

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

**VI PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN Y III PROGRAMA DE MAESTRÍA  
EN FLORICULTURA**

**DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES  
EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y DAKOTA (*Dianthus  
caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN FLORICULTURA**

**MARCO VINICIO VARGAS MORETA**

**QUITO-ECUADOR**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa María Inés, a mis hijos José, y Toño y a mis hermanos, a mi tío Eudoro Moreta que ha sido mi segundo padre persona que me dio el estudio.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todo lo que me regala cada día, a la empresa “Agro Rab” por la oportunidad que me brindaron, a todos los familiares y amigos que de una u otra forma me ayudaron a la realización del presente documento. Un especial agradecimiento al Dr. Marcelo Calvache, Ing. Mario Lalama, Ing. Ramiro Velastegui, Dra. Magdalena López y al personal de posgrado.

## AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, Marco Vinicio Vargas Moreta en calidad de autor del trabajo de tesis realizada sobre. **“DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y DAKOTA (*Dianthus caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI.” “DETERMINATION OF NUTRIENT ACCUMULATION CURVES IN NELSON AND DAKOTA CARNATION VARIETIES (*Dianthus caryophyllus*) PUJILI - COTOPAXI.”**

Por la presente autorizó a la **UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de propiedad intelectual y su reglamento.

Quito, 27 de febrero de 2013



MARCO VINICIO VARGAS MORETA

CI 020117951-2

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de graduación cuyo título es “**DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y DAKOTA (*Dianthus caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI**”, presentado por la Ing. Marco Vinicio Vargas Moreta previo a la obtención del título de Magister en Ciencias, considero que el presente trabajo reúne los requisitos necesarios.

Quito, 27 de febrero del 2013

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marcelo Calvache U.', is written over a horizontal line.

Ing. Agr. Marcelo Calvache U., Ph D.

**TUTOR**

Quito, 27 de febrero del 2013

Ingeniero

Carlos Luzuriaga

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO-COORDINADOR**

Presente.

Señor Director:

Luego de la revisión técnica realizada por mi persona del trabajo de graduación **“DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y DAKOTA (*Dianthus caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI”**, llevado a cabo por parte de la Ing. Marco Vinicio Vargas Moreta. Egresado del Instituto de Posgrado, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente el indicado estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,



Ing. Agr. Marcelo Calvache U., PhD.

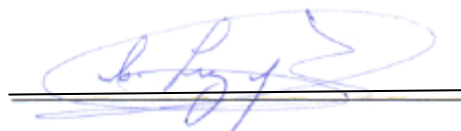
**TUTOR**

**“DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE  
NUTRIENTES EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y  
DAKOTA (*Dianthus caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI”**

**APROBADO POR:**

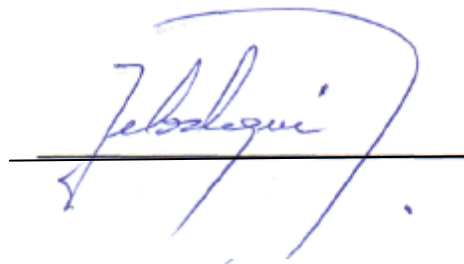
Ing. Agr. Carlos Luzuriaga, M.Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

A blue ink signature of Carlos Luzuriaga, written over a horizontal line.

Dr. Ramiro Velasteguí, Ph D.

**PRIMER VOCAL PRINCIPAL**

A blue ink signature of Ramiro Velasteguí, written over a horizontal line.

Dra. Magdalena López, Ph D.

**SEGUNDO VOCAL PRINCIPAL**

A blue ink signature of Magdalena López, written over a horizontal line.

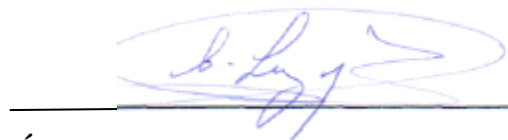
Dr. Marcelo Calvache U., PhD.

**TUTOR**

A blue ink signature of Marcelo Calvache U., written over a horizontal line.

Ing. Agr. Carlos Luzuriaga, M.Sc.

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO-COORDINADOR**

A blue ink signature of Carlos Luzuriaga, written over a horizontal line.

## **CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL PROFESIONAL</b>	<b>3</b>
2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	3
2.1.1. Clasificación botánica	3
2.1.2. Descripción Botánica	3
2.2. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO	3
2.2.1. Clima	3
2.2.2. Suelo	5
2.3. MANEJO DEL CULTIVO	6
2.3.1. Preparación del suelo	6
2.3.2. Levantamiento de camas	6
2.3.3. Labores de trasplante	6
2.3.4. Plantación	6
2.3.5. Despunte y pinzado	7
2.3.6. Tutoreo	7
2.3.7. Encanaste y peinado	7
2.3.8. Desbotonado	8
2.3.9. Cosecha	8
2.4. NUTRICIÓN	8
2.4.1. Requerimientos del cultivo	8
2.4.2. Absorción de nutrientes por la planta	8
2.4.3. Curvas de absorción de nutrientes	15



<b>CAPÍTULO</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	18
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	18
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL	19
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	19
3.4.1. Fertilización	19
3.4.2. Variedades	20
3.5. INTERACCIONES	20
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	20
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
3.8. MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>23</b>
4.1. MATERIA SECA	23
4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES	26
4.3. DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN QUE LA PLANTA ALCANZA LA MÁXIMA ACUMULACIÓN DE UN NUTRIENTE	60
4.4. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LOS FERTILIZANTES	65
4.5. ALTURA DE PLANTA	67
4.6. TOTAL TALLOS COSECHADOS POR PLANTA	69

<b>CAPÍTULO</b>	<b>PÁGINAS</b>
4.7. PORCENTAJE DE TALLOS SELECTO	71
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO	72
5. CONCLUSIONES	74
6. RECOMENDACIONES	75
7. RESUMEN	76
8. PROPUESTA TÉCNICA	82
9. BIBLIOGRAFÍA	83
10. ILUSTRACIONES Y ANEXOS	87

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXOS</b>	<b>PÁG.</b>
1. Descripción de las variedades.	86
2. Plan de fertilización propuesto.	87
3. Definición de las etapas fenológicas.	87
4. Análisis de suelo y de agua	88
5. Resumen del contenido de los elementos expresados en % y ppm	90
6. Intervalos para interpretar análisis foliares en clavel	91
7. Fotografías	92

## LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1. Análisis de varianza para materia seca	23
2. DMS al 5% y promedio de acumulación de MS para fertilización y variedades.	24
3. Análisis de varianza para Nitrógeno.	26
4. DMS al 5% y promedio de acumulación de N para fertilización y variedades.	27
5. Promedio de acumulación de N para FxV.	28
6. Análisis de varianza para Fosforo.	29
7. DMS al 5% de acumulación de P para fertilización y variedades	30
8. Promedio de acumulación de P para FxV.	32
9. Análisis de varianza para acumulación de Potasio	33
10. DMS al 5% y promedio de acumulación de K para fertilización y variedades	34
11. Promedio de acumulación de K para FxV	35
12. Análisis de varianza para acumulación de Ca	36
13. DMS al 5% y promedio de acumulación de Ca para fertilización y variedades	37
14. Tukey al 5% y promedio de acumulación de Ca para FxV	39
15. Análisis de varianza para acumulación de Mg	40
16. DMS al 5% y promedio de acumulación de Mg para fertilización y variedades	41

<b>CUADROS</b>	<b>PÁG.</b>
17. Promedio de acumulación de Mg para FxV	43
18. Análisis de varianza para acumulación de S	43
19. DMS al 5% y promedio de acumulación de S para fertilización y variedades	44
20. Tukey al 5% y promedios de acumulación de S para FxV	44
21. Análisis de varianza para acumulación de Zn	46
22. Promedio de acumulación de Zn para fertilización y variedades	47
23. Promedio de acumulación de Zn para FxV	47
24. Análisis de varianza para acumulación de Fe	49
25. DMS al 5% y promedios de acumulación de Fe para Fertilización y Variedades	49
26. Tukey al 5% y promedios de acumulación de Fe para FxV	50
27. Análisis de varianza para acumulación de Cu	51
28. DMS al 5% y promedios de acumulación de Cu para Fertilización y Variedades	52
29. Promedios de acumulación de Cu para FxV	52
30. Análisis de varianza para acumulación de B	55
31. DMS al 5% y promedios de acumulación de B para Fertilización y Variedades	56
32. Tukey al 5% y promedios de acumulación de B para FxV	56
33. Análisis de varianza para acumulación de Mn	58
34. DMS al 5% y promedios de acumulación de Mn para Fertilización y Variedades	58

<b>CUADROS</b>	<b>PÁG.</b>
35. Promedios de acumulación de Mn para FxV	59
36. Ecuaciones de absorción y coeficientes de determinación	61
37. Ecuaciones de la velocidad de absorción, día y cantidad de máxima absorción	62
38. Eficiencia del uso de fertilizantes	66
39. Análisis de varianza para altura de planta	67
40. DMS al 5% de altura de planta para fertilización y variedades	68
41. Promedio de altura de planta para FxV	69
42. Análisis de varianza del número de tallos por planta y longitud de tallos.	70
43. DMS al 5% y promedio del número y longitud de tallos para fertilización y variedades	70
44. Promedio del número y longitud de tallos para FxV	71
45. Relación beneficio costo	73
46. Acumulación y ecuación de la velocidad de absorción de nutrientes	74
47. Propuesta para fertirriego	75
48. Eficiencia cantidad y edad de máxima absorción de nutrientes	77
49. Ecuación y acumulación de nutrientes	78
50. Propuesta para fertirriego	82

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PÁG.
1. Acumulación de materia seca de la variedad Nelson	25
2. Acumulación de materia seca de la variedad Dakota	25
3. Curva de acumulación de Nitrógeno para las variedades Nelson y Dakota	28
4. Curva de acumulación de fosforo para la variedad Nelson	30
5. Curva de acumulación de fosforo para la variedad Dakota	31
6. Curva de acumulación de potasio para variedades Dakota y Nelson	35
7. Curva de acumulación de calcio para Nelson	38
8. Curva de acumulación de calcio para Dakota	39
9. Curva de acumulación de magnesio para Nelson	42
10. Curva de acumulación de magnesio para Dakota	42
11. Curva de acumulación de azufre para Nelson	45
12. Curva de acumulación de azufre para Dakota	45
13. Curva de acumulación de zinc para Nelson y Dakota	48
14. Curva de acumulación de hierro para Nelson y Dakota	50
15. Curva de acumulación de cobre para Nelson	54
16. Curva de acumulación de cobre para Dakota	54
17. Curva de acumulación de boro para Nelson y Dakota	57
18. Curva de acumulación de manganeso para Nelson	59

<b>GRÁFICOS</b>	<b>PÁG.</b>
19. Curva de acumulación de manganeso para Dakota	60
20. Altura de planta para fertilización	69
21. Número de tallos por planta para fertilización	71
22. Porcentaje de tallos selectos para fertilización	72



# **DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN LAS VARIEDADES DE CLAVEL NELSON Y DAKOTA (*Dianthus caryophyllus*), PUJILI – COTOPAXI.**

## **DETERMINATION OF NUTRIENT ACCUMULATION CURVES IN NELSON AND DAKOTA CARNATION VARIETIES (*Dianthus caryophyllus*) PUJILI - COTOPAXI**

### **RESUMEN**

En Cotopaxi, Pujilí a 2890 msnm, en la empresa florícola “Agro Rab”, se determinaron las curvas de acumulación de nutrientes en las variedades de clavel Nelson y Dakota. Se calculó para cada variable: El análisis de varianza, se realizó las curvas de acumulación de materia seca (MS) y nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Cu, B, Mn) a partir de las cuales se estableció la ecuación de absorción de nutrientes, el coeficiente de determinación, la ecuación de la velocidad de absorción, el día de máxima absorción, la cantidad de máxima absorción y la eficiencia en el uso de los fertilizantes. Las variables evaluadas fueron: Acumulación de Materia seca (MS), acumulación de nutrientes, edad y cantidad de máxima absorción de nutrientes, eficiencia en el uso de los fertilizantes, altura de planta, tallos cosechados, porcentaje de tallos categoría selecto y análisis económico. Los principales resultados fueron las curvas de absorción para cada nutriente y de los análisis de varianza se presentaron diferencias significativas para fertilización durante las cuatro etapas de desarrollo en N, P, K, Mg y S; en Ca en las tres últimas etapas; en Fe en las dos últimas etapas; en el Cu en las dos primeras; en el B en la primera y cuarta; y en el manganeso en la primera, segunda y cuarta etapas de desarrollo. Las eficiencias en general son bajas para todos los nutrientes a excepción del Fe. En lo Financiero al fertilizar con el plan propuesto se obtiene un beneficio neto de 26383 usd/ha y al no fertilizar se produce una pérdida.

**PALABRAS CLAVES:** MATERIA SECA, ETAPAS FENOLOGICAS, ECUACIONES DE ABSORCIÓN, EFICIENCIA.

### **SUMMARY**

In the floriculture company “Agro Rab”, Pujilí, Cotopaxi, at 2890 meters above sea level, the nutrient accumulation curves were determined in carnation varieties Nelson and Dakota. The following was calculated for each variable: analysis of variance, accumulation curves of dry matter (DM) and nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Cu, B, Mn) from which a nutrient absorption equation, determination coefficient, equation of absorption velocity, the day of maximum absorption, the maximum amount of absorption and the use efficiency of the fertilizer were established. The variables evaluated were: Accumulation of dry matter (DM), nutrient accumulation, age and amount of maximum absorption of nutrients, fertilizers use efficiency, plant height, stems harvested, percentage of selected category stems and economic analysis. The main results were the absorption curves for each nutrient and the analysis of variance that showed significant differences for fertilization during the four stages of development in N, P, K, Mg and S; in Ca in the last three stages, in Fe in the last two stages, in Cu in the first two stages, in B in the first and fourth stages, and in Mn in the first, second and fourth stages of development. The overall efficiencies were low for all nutrients except for Fe. Financially, fertilizing with the proposed plan a net profit of 26 383 USD/ha is obtained and no fertilizing is a loss.

**KEY WORDS:** DRY MATTER, PHENOLOGICAL STAGES, ABSORPTION EQUATIONS, EFFICIENCY.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de flores para la exportación en el Ecuador se inició en el siglo XX. En 1985 las exportaciones de flores (en USD FOB) representaron el 0.02 % del total de las exportaciones y el 0.1 % de las exportaciones agrícolas. En 1990 pasan a constituir el 0.5 % del total de las exportaciones y el 2% de las agrícolas. En el 2001 significaron el 5% del total de las exportaciones y el 18 % de las agrícolas, y en el 2002, las flores desplazaron por primera vez al camarón del tercer puesto, llegando así a ser rubros muy destacados en la economía nacional (Agricultura de las Américas, 2003).

Según el III Censo Nacional Agropecuario, las principales zonas productoras de flores se encuentran en las provincias de Pichincha y Cotopaxi, seguidas de Azuay, Imbabura y Guayas. En el país existen 3500 ha aproximadamente dedicadas al cultivo de flores de las cuales el 73.6 % corresponde a flores permanentes y el resto a flores transitorias (Agricultura de las Américas, 2003).

El clavel ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada con un total de 218 ha cultivadas siendo superado sólo por las rosas; de estas fueron cosechadas un total de 201 ha con un total de 37'158 982 plantas sembradas y 197'165 567 tallos cortados que representaron alrededor de 12 millones de dólares en ventas al exterior. Los principales países importadores son Rusia, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Japón; mientras que, los países exportadores son: Holanda, Italia, España, Israel y Colombia (Revista sector, 1995).

Siendo el cultivo de flores una actividad que utiliza tecnología de punta y que de esta se espera tener una alta productividad se hace necesario el uso racional de los fertilizantes que eviten daños ambientales como salinización de suelos, incremento de la conductividad eléctrica, contaminación de aguas subterráneas, deterioro de la estructura física de los suelos. Es así que la forma de corregir estos problemas es con el manejo adecuado de la fertirrigación mediante la determinación de la curva de demanda de nutrientes, así como la implementación de un sistema de diagnóstico rápido y eficiente que indique si la fertilización es adecuada o no (Cadahia, 2000).

Lamentablemente en el Ecuador no existe mucha información acerca de curvas de acumulación de nutrientes en cultivos florícolas, siendo la rosa uno de los pocos cultivos que dispone de esta información; para el clavel solo se tiene información de la extracción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio para la variedad Nelson (Calvache, 2007). Por esta razón es menester realizar estudios

de acumulación de nutrientes en otras variedades así como analizar los demás elementos nutritivos.

Finalmente, dada la importancia del clavel dentro del mercado de las flores de corte se hace imprescindible tener a la mano un paquete tecnológico de calidad para el manejo del cultivo, siendo uno de los aspectos más importantes el de la nutrición, por lo que la determinación de las curvas de acumulación de nutrientes para las variedades del clavel así como los valores de extracción de nutrientes queda plenamente justificada, por lo que se llevó a cabo el presente ensayo, con los siguientes objetivos.

### **1.1.OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar las curvas de acumulación de nutrientes en dos variedades de clavel, Nelson y Dakota, en la zona de Patoa, Pujilí – Cotopaxi.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.2.1. Determinar la acumulación de nutrientes en las variedades de clavel, Nelson y Dakota.
- 1.2.2. Establecer las diferencias en las necesidades nutricionales en las dos variedades de clavel.
- 1.2.3. Desarrollar un plan de fertilización para el manejo de la nutrición de las dos variedades de clavel.

## **2. MARCO REFERENCIAL PROFESIONAL**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

#### **2.1.1. Clasificación botánica**

Stranburger et. al. (1935), clasifican al clavel de la siguiente manera:

Reino	vegetal
Subreino	fanerógamas
División	espermatophyta
Subdivisión	angiosperma
Clase	dicotiledónea
Orden	centrospermae
Familia	cariophyllaceae
Género	Dianthus
Especie	cariophyllus
Nombre científico	<i>Dianthus cariohyllus</i>
Nombre vulgar	clavel

#### **2.1.2. Descripción Botánica**

Es una planta herbácea de base leñosa con tallos articulados y nudosos de hasta 80 cm de altura, glabros y de día largo. Las hojas son lineares opuestas, planas y blandas, acuminadas y glaucas, revestidas de una serosidad de color blanquecino con la base envainadora. Las flores en grupos de 1-5, muy olorosas, son terminales y hermafroditas de tres o más centímetros de diámetro, cáliz gamosépalo, de color verde, con 5 sépalos de uña larga, pétalos dentados de forma irregular, no barbados, de 1-1.5 cm de longitud, de colores diversos (Gaytan, 1994; Pizano, 2000).

### **2.2. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO**

En el cultivo de clavel de exportación comercial se debe tomar en cuenta los siguientes factores básicos:

#### **2.2.1. Clima**

##### **2.2.1.1. Piso altitudinal**

El piso altitudinal en el país para el cultivo de clavel estándar es aquel que se encuentra entre 2400 y 3100 msnm. Mientras a menor altura se lo cultive presentará un ciclo cada vez menor, mermando la calidad y mientras se lo cultive en un piso más alto se prolongará su ciclo consiguiendo mejores características de calidad (Ronquillo, 1998).

#### 2.2.1.2. Luminosidad

La luz es un factor predominante tanto para el crecimiento como para la floración, por ello es preciso tanto la buena orientación del invernadero como el material de cubierta apropiado. El clavel necesita una iluminación de 40.000 lux. La luz también determina la rigidez del tallo, el tamaño y número de flores (Pizano, 2000).

#### 2.2.1.3. Temperatura

Según Ronquillo 1998, este factor tiene influencia directa en los procesos metabólicos de crecimiento y floración. Aunque el clavel soporta hasta los  $-3/-4^{\circ}\text{C}$  sin helarse, la formación de yemas florales se para por debajo de  $8^{\circ}\text{C}$  y por encima de  $25^{\circ}\text{C}$ . Los  $0^{\circ}\text{C}$  son fatales para el clavel pues se pueden formar lunares y deformaciones en los pétalos. Las variaciones bruscas de temperatura provocan la apertura del cáliz (Pizano, 2000).

#### 2.2.1.4. Humedad relativa

La humedad relativa óptima debe estar entre 65 y 70 %. Una humedad relativa alta crea un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades fungosas, además al estar los tallos muy turgentes pueden volverse quebradizos, una humedad relativa baja puede deshidratar a las plantas, sobre todo a altas temperaturas, además crea un ambiente favorable para el apareamiento de muchas plagas (Ronquillo, 1998).

#### 2.2.1.5. Ventilación

La ventilación permite controlar la temperatura y la higrometría o humedad (Pizano, 2000). El 20 % de la superficie cubierta del invernadero debe ser para ventilación, es decir que pueda abrirse y cerrarse (cortinas) facilitando la regulación del ambiente interno del invernadero, principalmente en zonas altas donde se tiene noches con temperaturas muy bajas, humedad relativa alta y días muy calientes; como también, el viento es un importante elemento en la difusión de plagas y enfermedades (Ronquillo, 1998).

#### 2.2.1.6. Zonas aptas

Las zonas aptas para el cultivo del clavel son: Bosque seco montano bajo y estepa espinosa montano bajo. Los sitios representativos en el Ecuador son: Tabacundo, Cayambe, Checa, Latacunga, Ambato, Cuenca, Otavalo e Ibarra (Revista sector, 1995).

### 2.2.2. Suelo

#### 2.2.2.1. Aspectos físicos

Prefiere suelos arenosos y en ningún caso con alto contenido en arcillas. El enarenado va bien, siendo frecuentes los aportes eventuales de estiércol muy descompuesto (15-25 kg/m<sup>2</sup>), aunque su empleo puede ocasionar contaminaciones de *Fusarium*.

El suelo tiene que ser poroso y tener una elevada capacidad de drenaje para evitar encharcamientos y así enfermedades criptogámicas o asfixias radiculares (Pizano, 2000).

#### 2.2.2.2. Aspectos químicos

Son preferibles los pH comprendidos entre 6,5 y 7,5. La capacidad de intercambio cationico (CIC) adecuado para la producción vegetal sostenida en un tiempo está por encima de 35 meq/100g de suelo. Un adecuado suministro nutricional desde el punto de vista natural para las plantas, se garantiza cuando la medida de la saturación de bases se encuentra por encima del 50%. Al ser una planta rústica puede soportar altas salinidades tanto del suelo como del agua de riego, aunque el óptimo de producción se consigue con una salinidad de 2 mmhos/cm. (Pizano, 2000; López, 2000).

#### 2.2.2.3. Aspectos biológicos

El suelo es un sustrato donde viven un sinnúmero de organismos propios del suelo aquellos que pueden vivir en el durante períodos más o menos largos, pudiéndose encontrar organismos autóctonos (nativos), cimógenos (desarrollados por tratamientos al suelo) y transitorios (introducidos intencionalmente) (López, 2000).

#### 2.2.2.4. Aspectos mineralógicos

En el suelo es fundamental mantener materiales que originan nutrientes a las plantas como son los Feldespatos, Micas, Migodina, Termolina y Yeso entre otros. Además deben poseer una condición

mineral a nivel de coloides del suelo capas de originar buena capacidad de intercambio cationico (principalmente arcillas 2-1 y coloides orgánicos como el humus (López, 2000).

## **2.3. MANEJO DEL CULTIVO**

### **2.3.1. Preparación del suelo**

La actividad se hace de acuerdo a las características propias de textura, estructura y consistencia del suelo. Generalmente lo que se hace es: un subsolado profundo (-80 cm) para facilitar el drenaje, pasar un arado de disco y una rastra para que el suelo este suelto, aplicar correctivos de ser necesario, lo cual generalmente se lo hace con la aplicación de materia orgánica, cascajo, cascarilla de arroz y cascarilla de café. Además se debe hacer un examen patológico al suelo para desinfectarlo si es necesario. Generalmente si son suelos vírgenes para flores basta usar productos a base de Captan y/o Benomil, si hay problemas de fusarium o Rizoctonia se debe controlar con productos fungicidas (Ronquillo, 1998).

### **2.3.2. Levantamiento de camas**

La camas se las debe hacer en sentido Este – Oeste para aprovechar la luz eficientemente. El ancho de camas y camino es variable de acuerdo al manejo, pero generalmente el ancho del camino no debe ser menor de 0.50 m y una cama de 0.80 a 0.90 m por un largo que se ha estandarizado en el país de 30 m. Las camas se trazan utilizando piolas y luego con la ayuda de palas rectas se coloca la tierra de los caminos hasta tener una elevación de 0.25 m. (Ronquillo, 1998).

### **2.3.3. Labores de trasplante**

Antes de plantar se debe revisar que las camas estén bien niveladas, que las enmiendas del suelo se hayan puesto correctamente. Además se debe dar un riego muy copioso, de modo que el suelo mantenga una adecuada capilaridad en la cama (Gutiérrez, 1991).

### **2.3.4. Plantación**

Una vez listas las camas se procede a la plantación, para lo cual se marcan los lugares exactos donde va cada planta, colocando a una densidad de 30 a 40 plantas por metro cuadrado. Un aspecto fundamental es que al plantar únicamente se entierre la raíz y no la corona ni la parte aérea de la planta. En el país se planta con marcadores, además una práctica muy importante es el uso de mallas sobre la cama, la misma que servirá de marcador y posteriormente para el respectivo tutorio (Ronquillo, 1998).

### **2.3.5. Despunte y pinzado**

Según English y Kingham (1974), el pinzado se realiza con el fin de detener la dominancia apical y distribuir la energía hacia los brotes laterales, consiguiendo así que estos sean robustos y uniformes. De acuerdo a como se desee manejar las cosechas, se puede recomendar dos métodos de despunte, esto es “un pinzado” o “pinzado y medio” (Ronquillo, 1998).

#### **2.3.5.1. Un pinzado**

Se realiza un solo despunte cuando se quiere una producción por picos, es decir concentrar la primera producción en poco tiempo (tres semanas), con el fin de atender los mercados y luego manejar las demás producciones de acuerdo al comportamiento de la planta. Generalmente se realiza del día 17 al 30 después de la plantación, para esto la planta debe presentar una hoja suave con un color verde brillante, es decir que se garantice que está muy bien arraigada al suelo y nutriéndose sin problema. Consiste en decapitar el cuarto, quinto o sexto nudo dependiendo de la capacidad de macollaje de la variedad. (Ronquillo, 1998).

#### **2.3.5.2. Pinzado y medio**

Se lo realiza cuando se quiere conseguir una producción abierta y estable, es decir sin picos de producción. En este caso las primeras producciones se tardan un poco, el incremento de producción será más lento, pero se conseguirá una mejor longevidad y productividad de las matas. Este pinzado desde el punto de vista agronómico y fisiológico de la planta es el más recomendado pues al no permitir una fuerte carga productiva, disminuye el estrés de la planta, la cual al tener un metabolismo más ordenado reacciona con mejor longevidad manteniendo una buena calidad por más tiempo (Ronquillo, 1998). Esta práctica consiste en: realizar un primer pinzado igual que el anterior, luego cuando los brotes secundarios han crecido y se distinguen los nudos se pinza al segundo o tercer brote lateral más largo, y luego cuando han pasado diez o quince días se pinza el brote lateral que seguía al primero en tamaño.

### **2.3.6. Tutorio**

El método tradicional de tuturar es mediante alambres y cuerdas conducidos hasta soportes en los extremos y con escaleras intermedias. Cada cama de 32 m aproximadamente necesita 8 escaleras para sostener las plantas durante los 24 meses aproximadamente (English, 1974). El método alternativo más moderno es el uso de mallas plásticas (Pizano, 2000)

### **2.3.7. Encanaste y peinado**

Consiste en ubicar periódicamente los tallos dentro de los respectivos cuadros en la malla de tutorio, para evitar torceduras y que se salgan a los caminos (Ronquillo, 1998).



### 2.3.8. Desbotonado

Consiste en eliminar todas las yemas laterales con mucho cuidado para evitar deformaciones en el tallo (Ronquillo, 1998).

### 2.3.9. Cosecha

Para el corte de la flor es importante tomar en cuenta dos aspectos importantes, la altura de corte y la apertura de la flor, misma que depende del destino de la flor (Ochoa, 1998)

## 2.4. NUTRICIÓN

### 2.4.1. Requerimientos del cultivo

Los requerimientos del cultivo de clavel tanto de macro y micro nutrientes citados por Pizano (2000) son los siguientes:

Elementos	g/cama*/semana	Kg ha <sup>-1</sup> semana
N	98	32
P	20	6.6
K	135	45
Ca	52	17
Mg	20	6.6
S	20	6.6
Zn	0.44	0.145
B	0.35	0.116
Cu	0.25	0.82

\* Cama de 30 m<sup>2</sup>

### 2.4.2. Absorción de nutrientes por la planta

#### 2.4.2.1. Concepto

Los nutrientes son absorbidos por las raíces y luego traslocados al resto de la planta (hojas, tallos, flores, frutos) donde son utilizados como parte de su estructura o de sus sistemas bioquímicos (Reed, 1999).

Los minerales del suelo deben estar diluidos en la porción líquida del suelo para ser absorbidos. La mayoría de ellos se mueven por difusión de las zonas de mayor concentración a las zonas de menor concentración, lo cual normalmente se da en la rizósfera, es decir en la zona inmediata al sistema radicular. Los pelos radiculares que crecen en las raíces jóvenes son su vía de entrada. Las raíces

viejas (secundarias y terciarias), son principalmente de anclaje y para el tránsito del agua. Una vez en el interior de las células, el agua se mueve horizontalmente por los espacios intercelulares hasta llegar a la endodermis, donde debe atravesar la membrana plasmática (membrana semipermeable). Luego, el líquido asciende por el tejido leñoso del xilema (trunqueidas y vasos), hasta repartirse en tallos, ramas, flores y frutos. Para que este proceso se dé en forma continuada, la planta debe mantener un balance hídrico adecuado (Padilla, 2005).

Existe una relación directa entre la cantidad de nutrientes absorbidos y el crecimiento de la planta, cuando el contenido tisular de un nutriente es demasiado bajo, el crecimiento de la planta usualmente también lo es y el nutriente en cuestión es considerado deficiente, si dicha deficiencia es severa, puede interferir claramente con el crecimiento y la planta puede incluso llegar a morir. Al aumentar la absorción y la concentración tisular del nutriente, el crecimiento de la planta también mejora, frecuentemente con síntomas leves de deficiencia, que desaparecen cuando la absorción se torna óptima y el crecimiento alcanza su punto máximo, si la concentración de ese nutriente siguiera aumentando, se puede llegar al punto en que se torna tóxico, causando desordenes nuevamente. El rango aceptable o rango normal es aquel en que la concentración de nutrientes dentro de la planta es adecuada para su crecimiento, y por debajo del cual dicha concentración resulta inadecuada (Reed, 1999).

#### 2.4.2.2. Nutrientes

Los nutrientes o elementos necesarios para el crecimiento normal y el desarrollo de la mayoría de las plantas son: C, H, O, N, P, K, Ca, S, Mg, Fe, y los micro constituyentes Mn, Zn, B, Cu, Mo (Devlin, 1982); los tres primeros los toma del aire y el agua.

##### 2.4.2.2.1. Carbono, Hidrogeno y Oxigeno

El carbono forma el esqueleto de las moléculas orgánicas y por lo tanto la materia seca de las plantas. Estas lo toman del aire en forma de dióxido de carbono, y mediante el proceso de la fotosíntesis se combina con hidrógeno y oxígeno para formar los hidratos de carbono.

El oxígeno es necesario para la respiración de las células de las plantas.

Este proceso requiere una energía que requiere una energía que procede desde la descomposición de los hidratos de carbono. Junto con el hidrógeno, forma el agua, que constituye gran parte del peso de la planta y que es el vehículo de transporte de los elementos que necesita ésta. Finalmente el hidrógeno forma parte de numerosos compuestos necesarios para el crecimiento de la planta (Devlin, 1982).

#### 2.4.2.2.2. Nitrógeno

El nitrógeno en el suelo solo representa una parte del ciclo total del nitrógeno en la naturaleza, la disponibilidad de este elemento es de gran importancia para las plantas, las que absorben nitrato y amonio, que utilizan en la síntesis de las proteínas y de otros compuestos orgánicos vegetales. Tanto el hombre como los animales, utilizan en su nutrición los productos nitrogenados vegetales, el contenido y las formas de nitrógeno en el suelo no presentan una naturaleza estática sino más bien dinámica (Fassbender, 1982).

El nitrógeno del suelo procedente de la fijación atmosférica y de los residuos orgánicos es alto en comparación con el de las rocas, a pesar de esto es una parte insignificante del total. En agricultura la parte más importante de N usado por las plantas es a veces el que se provee en forma de fertilizante. Sin exagerar, el crecimiento de las plantas está más a menudo afectado por la deficiencia de N que de otro nutrimento. Una razón para esto es que las plantas requieren grandes cantidades de nitrógeno. Se ha calculado que las plantas contienen más átomos de N que de ningún otro elemento derivado del suelo, a excepción del hidrógeno (Padilla, 2005).

El nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de las plantas y su suministro puede ser controlado por el hombre. Las principales formas de asimilación por la planta son los iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). La mayor proporción es absorbida en forma nitrato. Sin embargo, hay otras formas orgánicas que son utilizadas por la planta pero su escala muy pequeña (ácidos nucleicos, aminoácidos). En las plantas el contenido promedio de N es de 1,6%, lo que representa el 10% del peso total, para el caso del clavel el contenido de N según Ortega (1997) es de 3.2 a 5.2%. Independientemente de la forma como es absorbido siempre se transforma en amina ( $\text{NH}_2$ ), luego en aminoácidos y proteínas. Las proteínas tienen antes que importancia estructural, características esenciales en el metabolismo, no son estables sino que se están transformando continuamente. Además el N, tiene funciones en otros procesos, es parte componente de la clorofila y por ende de la fotosíntesis. Interviene en las hormonas, consecuentemente en el crecimiento. También es componente de la energía respiratoria al formar parte del trifosfato de adenosina (Padilla, 2005).

#### 2.4.2.2.3. Fósforo

El fósforo es relativamente estable en los suelos. No presenta compuestos inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser volatilizados y lixiviados. Esta alta estabilidad resulta de una baja solubilidad que a veces causa deficiencias de disponibilidad de P para las plantas, a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo. Esto puede evitarse a través de una

fertilización fosfatada pero los fosfatos aplicados al suelo son objeto de reacciones rápidas de fijación (Fassbender, 1982).

El contenido de fósforo es mayor en los tejidos con crecimiento más activo en la planta, tal es el caso de regiones meristemáticas jóvenes, desarrollo de flores, frutos y semillas; pero, en promedio, el contenido de fósforo en una planta saludable, está considerado en el rango de 0,25 a 1% del peso de materia seca producida. Los valores con suficiencia están entre 0,20% y 0,40% en tejidos de hojas recientemente maduras. El nivel crítico es 0,20% cuando es deficiente y mayor que 1% cuando está en exceso. Según ortega (1997) el contenido de P en clavel está entre 0.2 a 0.35 %.

El fósforo es un componente vital de la estructura de los ácidos nucleicos, nucleoproteínas, fitinas, fosfolípidos, adenosina, trifosfato (ATP) y muchos compuestos fosforilados. Como componente de los ácidos nucleicos, el fósforo constituye parte del DNA de los cromosomas y del RNA de los núcleos y ribosomas, donde es vital para el proceso de división del núcleo y de la célula y regulación de cada uno de los procesos celulares (Padilla, 2005).

#### 2.4.2.2.4. Potasio

La corteza terrestre contiene aproximadamente 2,5 % de K, siendo el contenido en potasio mayor en las rocas ígneas que en las sedimentarias. El potasio que se encuentra en los suelos asociados a los silicatos, o sea el potasio estructural representa la mayor parte de potasio en el suelo, pero este no es disponible directamente para la planta, pero participa en los procesos dinámicos con reacciones lentas. Solamente a través del proceso lento de la meteorización se liberan participando en los diferentes procesos del suelo (Fassbender, 1982).

El Potasio es tomado por las raíces de la planta como el ión  $K^+$ . Las raíces intercambian  $H^+$  por  $K^+$  en la solución o por los iones de  $K^+$  retenidos en la superficie de las arcillas o la materia orgánica, este proceso es conocido como intercepción y se asume que aproximadamente un 4% del potasio es tomado por este mecanismo y 7% es barrido por las raíces por el flujo del agua que se mueve hacia la raíz, mecanismo conocido como flujo de masas. Esta baja cantidad se debe a la poca concentración de K en la solución del suelo. El sobrante 89%, se aproxima a las raíces por el mecanismo de difusión. A medida de que las raíces toman  $K^+$  en la rizósfera (creando una zona de baja concentración), el  $K^+$  se mueve hacia la raíz una distancia relativamente corta (de varios milímetros), a través del film húmedo desde las zonas de alta concentración (Padilla, 2005). El rango normal de contenido de K en el clavel se encuentra entre 2.0 a 6.3 % del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

El potasio realiza variadas funciones en la planta y hasta la fecha no se han llegado a conocer a plenitud ciertos aspectos del mismo. El potasio debido a su gran movilidad, actúa en la planta como un agente neutralizante de los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo, asegurando así un balance de la concentración del hidrógeno presente en los jugos celulares. De allí que cuando en un análisis del extracto celular se detectan valores de pH ácidos, se puede advertir una deficiencia de potasio en las células, lo cual puede ser corregido con una fertilización foliar o al suelo. Entre las funciones más importantes del potasio se tienen su rol en la: Fotosíntesis, fortalecimiento de tejidos, metabolismo de las proteínas y de los carbohidratos (Padilla, 2005)

#### 2.4.2.2.5. Calcio

Forma parte de las paredes celulares y por lo tanto es esencial para la formación de las nuevas células. El contenido de Ca en una planta saludable de clavel, está considerado en el rango de 1 a 2% del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

Es muy abundante en el suelo, por lo que únicamente en suelos muy ácidos será necesario utilizar fertilizantes cálcicos.

#### 2.4.2.2.6. Magnesio

Forma parte de las moléculas de la clorofila, por lo que es esencial para la fotosíntesis, y es activador de enzimas necesarias para los procesos de crecimiento. Es móvil en el interior de la planta, pudiendo migrar de los tejidos viejos a los jóvenes en caso de deficiencia. El contenido de Mg en una planta de clavel, está considerado en el rango de 0.2 a 0.5 % del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### 2.4.2.2.7. Azufre

Es un constituyente de los aminoácidos, por lo que interviene en la síntesis de las proteínas. Asimismo es esencial en las leguminosas en la formación de nódulos. Las plantas lo absorben en forma de ión sulfato aunque también puede ser absorbido por las hojas cuando la atmósfera está cargada de compuestos azufrados.

#### 2.4.2.2.8. Zinc

Es un contribuyente de varias enzimas y controla la síntesis del ácido indolacético. Es absorbido por las plantas directamente del suelo como ión  $Zn^{++}$ . Las deficiencias se muestran en ápices, la longitud del tallo se reduce y las hojas se arrosetan, clorosis entre las venas de las hojas, reducción

de yemas florales. El contenido de Zn en clavel está considerado en el rango de 25 a 75 ppm del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### 2.4.2.2.9. Hierro

Es indispensable para la formación de la clorofila y actúa como un activador de los procesos bioquímicos como respiración, fotosíntesis o fijación simbiótica del nitrógeno. Sus deficiencias generalmente son debidas al bloqueo por el manganeso o el calcio.

Las deficiencias se muestran por clorosis entre las nerviaciones, permaneciendo éstas verdes. El contenido de Fe en una planta de clavel, está considerado en el rango de 50 a 150 ppm del total de peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### 2.4.2.2.10. Manganeso

Acompaña al hierro en la formación de clorofila y es un activador de determinadas enzimas que intervienen en los procesos de crecimiento.

Las deficiencias aparecen en clorosis parecidas a las del hierro, con una coloración verde pálida que oscurece a las venas, pero sin una disminución tan marcada como la del hierro. El contenido de Mn en clavel, oscila entre 100 a 300 ppm del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### 2.4.2.2.11. Boro

Interviene en la diferenciación de las células meristemáticas y también parece ser que regula el metabolismo de los hidratos de carbono. No es un elemento móvil, por lo que se debe suministrarse a todas las zonas de crecimiento.

Se absorbe en forma de boratos, por lo que puede añadirse al suelo en forma de sales boratadas. Las deficiencias aparecen en hojas jóvenes en forma de clorosis y ondulaciones de las hojas, reducción de floración. El contenido de B en clavel, se encuentra en el rango de 40 a 80 ppm del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### 2.4.2.2.12. Cobre

Es un activador de varias enzimas e interviene en la producción de vitamina A. Aunque rara vez se presentan carencias de este elemento, cuando ocurren se interfiere la síntesis de proteínas. Entonces tiene lugar una paralización del crecimiento, pigmentación pobre, marchitez de las hojas y muerte

de los brotes terminales de las plantas. El contenido de Cu en clavel, está considerado en el rango de 8 a 30 ppm del peso de materia seca producida (Ortega, 1997).

#### **2.4.2.3. Conocimientos básicos para efectuar estudios de absorción**

La cantidad de nutrientes absorbida por una planta se obtiene de la relación entre el peso seco de los tejidos y la concentración de nutrientes en esos tejidos. Estos datos se pueden obtener una sola vez en el ciclo de vida del cultivo, preferiblemente al final cuando la absorción a llegado a su nivel máximo. También se puede obtener datos en varias etapas durante el ciclo preferiblemente asociadas a cambios fenológicos importantes. Además se pueden obtener de la planta entera o subdividiendo el material por tejidos (Raíces, tallos, hojas, flores y frutos) (Bertsch, 2005).

Existen tres tipos de estudios de absorción de nutrientes: Extracción total, requisitos de cosecha y curvas de absorción (Bertsch, 2005).

##### **2.4.2.3.1. Extracción total (Estimación de dosis de fertilización)**

Conociendo el consumo total de nutrientes de un cultivo lo primero que se puede hacer es estimar la dosis de nutrientes necesarias para obtener un rendimiento dado. Esto se logra confrontando el consumo total con las cantidades presentes en el suelo para determinar las cantidades de nutrientes necesarios. Este método funciona mejor en cultivos perennes donde existe muy poca información de calibración del análisis de suelos para determinar las dosis de nutrientes.

##### **2.4.2.3.2. Requisitos de cosecha (Restitución de cantidades exportadas)**

Un estudio de absorción es un buen punto de partida para estimar la cantidad de nutrientes que se debe reponer al campo para mantener la fertilidad. Luego con los datos de producción de biomasa por semana, mes o año se puede planificar la forma y época de efectuar las restituciones. Pues si se desea mantener la sostenibilidad del sistema debe al menos reponerse al suelo las mismas cantidades de nutrientes que salen directamente del campo en la biomasa del cultivo.

##### **2.4.2.3.3. Curvas de absorción**

Este es un estudio completo y permite afinar apreciablemente los programas de fertilización. Aunque es un procedimiento caro, puede acumular información valiosa que ayuda a mejorar los programas de manejo de la nutrición de los cultivos.

### **2.4.3. Curvas de absorción de nutrientes**

#### **2.4.3.1. Concepto**

Según Calvache, (2007) una curva de absorción de nutrientes es una representación gráfica de la extracción del nutriente, que representa las cantidades que son absorbidas por las plantas en función del tiempo.

Las curvas de absorción de nutrientes son la vía más directa para saber lo que ocurre con los nutrimentos durante el crecimiento de un cultivo, sin embargo para la mayoría de los cultivos, se requiere elaborarlas o al menos calibrarlas para las condiciones locales. Se construyen relacionando el peso de la planta entera o de cada una de sus partes con la concentración de cada nutrimento en varios estados de desarrollo. Las curvas de absorción por órganos son útiles para observar la parte de la planta en la que ocurre la acumulación de un nutrimento.

Las secciones de una curva que presenten mayor pendiente, indican los periodos en los que la absorción es más intensa, también la representación porcentual por semana, permite visualizar claramente las etapas de máxima absorción (Bertsch, 1995)

La extracción de nutrientes por parte de las plantas depende de varios factores tanto internos como externos (Calvache, 2007)

##### **2.4.3.1.1. Internos**

Dentro de los factores internos se encuentra el potencial genético de las plantas (eficiencia) por lo que es ideal determinarlo para cada cultivar. Además se encuentra la edad de la planta o estado de desarrollo de la misma, por lo que necesariamente debe correlacionarse con la fenología de la planta, para poder asociar puntos de máxima absorción con puntos clave de desarrollo como son prefloración, floración, fructificación, etc.

##### **2.4.3.1.2. Externos**

Dentro de los factores externos, Calvache (2007), manifiesta que el ambiente en el que se desarrollan las plantas es un factor influyente en la exportación de nutrientes, tales como: contenido de nutrientes en el sustrato, disponibilidad de agua, factores climáticos como temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, brillo solar.

#### **2.4.3.2. Procedimiento para obtener la curva de absorción de nutrientes (Calvache, 2007).**

Para poder realizar las curvas de absorción de nutrientes es necesario:



- 2.4.3.2.1. Seleccionar un solo cultivo, es decir no mezclar para una misma curva plantas genéticamente diferentes.
- 2.4.3.2.2. Seleccionar plantas tipo, plantas desarrollándose en condiciones ideales, sin limitaciones de agua, nutrientes y clima.
- 2.4.3.2.3. Definir las etapas fenológicas más importantes del ciclo de cultivo y no solo edad (días después de la siembra).
- 2.4.3.2.4. Dividir la planta en sus diferentes tejidos morfológicos (raíz, tallo, hojas, etc.)
- 2.4.3.2.5. Tomar un número de repeticiones no inferior a tres, por etapa fenológica o época de muestreo previamente determinada.
- 2.4.3.2.6. Determinar el peso de la materia fresca, contenido de humedad, contenido de nutrientes en las muestras por métodos de análisis químico de tejidos (N, P, K, Ca, Mg, etc.), expresados en porcentajes (%) para los macro elementos y en partes por millón (ppm) para los micro elementos (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn).
- 2.4.3.2.7. Calcular el peso de materia seca acumulada (en kg/ha, g/planta, etc.) y determinar la cantidad de nutrientes extraídos a partir de la materia seca y del contenido de nutrientes en porcentaje o en partes por millón.

$$QN = QMS \times \%N$$

$$QN = \text{Cantidad de nutriente (g/pl)}$$

$$QMS = \text{Cantidad de materia seca (g/pl)}$$

$$\%N = \text{Contenido del nutriente en porcentaje (\%)}$$

- 2.4.3.2.8. Si se desea determinar la eficiencia de utilización del fertilizante (EUF) es necesario realizar curvas de absorción tanto en plantas fertilizadas como no fertilizadas.

$$EUF = (QNPF - QNPT)/QNA$$

$$QNPF = \text{Cantidad de nutrientes en las plantas fertilizadas}$$

$$QNPT = \text{Cantidad de nutrientes en las plantas testigo}$$

$$QNA = \text{Cantidad de nutriente aplicado}$$

#### 2.4.3.3. Importancia

Graficar los resultados obtenidos a través del tiempo aclara con más seguridad si un nutriente está siendo suministrado en exceso o defecto. La simple graficación de la concentración de cada nutriente en cada análisis, ayuda a determinar si estos aumentan o disminuyen a través del tiempo (Reed 1999).

A continuación se detalla concretamente la utilidad de las curvas de absorción de nutrientes: (Bertsch, 2005).

- 2.4.3.3.1. Curvas de crecimiento, Para poder hacer las curvas de absorción de nutrientes hay que generar en forma previa la curva de crecimiento del cultivo, en términos de peso seco. Esta información pese a ser tan básica no existe para muchos cultivos. Lo importante de estas curvas es que se pueden establecer las principales etapas fenológicas del cultivo y la participación de cada tejido. Esta información es de mucha utilidad en el manejo en general del cultivo y en particular de la nutrición.
- 2.4.3.3.2. Curvas de absorción de nutrientes. Estas curvas permiten conocer la dinámica de absorción de los diferentes nutrientes durante el ciclo del cultivo y su relación con las diferentes etapas fenológicas. Con estas graficas es fácil comparar las distintas tendencias de absorción total y la absorción de nutrientes en cada tejido. Esta información es valiosa para diseñar estrategias de manejo de la nutrición del cultivo.
- 2.4.3.3.3. Curvas de absorción para determinar épocas de máxima absorción. Cuando se expresan en términos porcentuales las cantidades de nutrientes absorbidas por las plantas durante el ciclo del cultivo (utilizando el consumo máximo como el 100%) se puede observar claramente cuando ocurren los momentos de máxima absorción. Con esta información se puede determinar las épocas oportunas para entrega de nutrientes durante el ciclo del cultivo y evitar pérdidas de nutrientes.
- 2.4.3.3.4. Curvas de absorción para evaluar reciclaje de nutrientes. Con las curvas de absorción de nutrientes es posible detectar en cual tejido se acumula preferentemente un nutriente y con esta información se puede determinar si este nutriente saldrá del sistema con el producto cosechado o tendrá posibilidades de reciclarse en el sistema.
- 2.4.3.3.5. Curvas de absorción para evaluar translocación de nutrientes. Es posible identificar la conducta de translocación de un nutriente cuando la curva de acumulación de este decrece en un tejido, mientras que continúa ascendiendo en otro.
- 2.4.3.3.6. Curvas de absorción para incrementar la eficiencia de la fertilización con el tiempo. En los cultivos de ciclo corto y de fertilización intensiva con fertigación, las curvas de absorción permiten hacer un ajuste muy preciso entre la aplicación y consumo de nutrientes.
- 2.4.3.3.7. Curvas de absorción para comparación de variedades. Los estudios de curvas de absorción hacen fácil establecer las diferencias de comportamiento fenológico y nutricional de variedades o híbridos de un mismo cultivo.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El presente ensayo se llevó a cabo en la empresa florícola AGRORAB CIA. LTDA. Siendo la siguiente la ubicación geográfica y topográfica.

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Pujilí
Parroquia:	Matriz
Sitio:	Patoa
Latitud:	00° 57' 12" Sur
Longitud:	78° 42' 28 " Oeste
Altitud:	2890 m.s.n.m.

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATICAS**

##### **3.2.1. Características meteorológicas externas**

Temperatura promedia:	13 °C
Temperatura máxima:	22 ° C
Temperatura mínima:	2° C
Precipitación anual promedio:	700 mm

##### **3.2.2. Características meteorológicas en el invernadero**

Temperatura promedia:	16° C
Temperatura máxima:	35 ° C
Temperatura mínima:	4° C
Humedad relativa:	80 %

##### **3.2.3. Características edafológicas <sup>1</sup>**

Textura:	Franco arenoso
Drenaje:	Bueno
Topografía:	Ligeramente inclinado
pH del suelo:	7.3
Porcentaje de Materia Orgánica:	2%

---

<sup>1</sup> Reporte análisis de suelos INIAP

#### **3.2.4. Clasificación taxonómica<sup>2</sup>**

Orden:	Entisoles
Suborden:	Psaments
Gran grupo:	Ustipsaments

### **3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL**

#### **3.1.Productos químicos:**

- Fertilizante para abonadura de fondo: Sulfato de Calcio (f0 y f1).
- Fertilizantes para aplicación de fertirriego: ácido fosfórico (85%), ácido nítrico (15 % N), nitratos de calcio, potasio y amonio; sulfatos de magnesio, manganeso, etc. (f1).
- Insecticidas y fungicidas para control fitosanitario.

#### **3.2.Materiales de campo:**

- Plántulas de clavel de las variedades Nelson y Dakota<sup>3</sup>.
- Equipo de aplicación fitosanitaria (bomba y lanzas de fumigación, mascarillas, guantes, trajes de aplicación, tanques de 200 litros).
- Rótulos.
- Flexómetro.
- Fundas de papel y plásticas.
- Etiquetas
- Herramientas.
- Libro de campo.

#### **3.3.Materiales de oficina:**

- Computador.
- Calculadora.
- Suministros de oficina.

### **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

#### **3.4.1. Factor A: Planes de Fertilización**

f0: Testigo sin fertilización

f1: Plan de fertilización propuesto<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup>Mapa de suelos del Ecuador 1986

<sup>3</sup>En el anexo 1 se presentan las características de las variedades.

<sup>4</sup>En el anexo 2 se presenta el plan de fertilización propuesto.

### 3.4.2. Factor B: Variedades de clavel

v1: Nelson

v2: Dakota

## 3.5. INTERACCIONES

Resultan de la combinación de los niveles de los dos factores en estudio y se presentan a continuación:

TRAT.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
t1	f0v1	Plan de fertilización testigo en variedad Nelson
t2	f0v2	Plan de fertilización testigo en variedad Dakota
t3	f1v1	Plan de fertilización propuesto en variedad Nelson
t4	f1v2	Plan de fertilización propuesto en variedad Dakota

## 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en una cama de cultivo de 33 m de longitud por 0.90 m de ancho (29.7 m<sup>2</sup>). En dicha cama se sembró un total de 1080 plantas.

## 3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 3.7.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de parcela dividida. En la parcela grande se ubicó los planes de fertilización y en la sub parcela las variedades.

### 3.7.2. Número de repeticiones

Cada tratamiento contó con un total de cuatro repeticiones.

### 3.7.3. Características del experimento

#### 3.7.3.1. Dimensiones del experimento

El experimento constó de 16 unidades experimentales, cada una con una superficie neta de 29.97 m<sup>2</sup>, obteniéndose un área total neta de 479.52 m<sup>2</sup>. Cada cama de cultivo estuvo separada por un camino de 0.5 m de ancho, con lo que el área total del experimento fue de 745.92 m<sup>2</sup>.

En cada cama se dispuso cuatro hileras de plantas.

### 3.7.3.2. Unidad experimental Neta

Para eliminar el efecto de borde se descartó 3 m al inicio y al final de la cama (27.3 m de longitud), tampoco se consideró las plantas sembradas en las hileras externas de las camas, con lo que la unidad experimental neta quedó limitada únicamente a las dos hileras internas de cada cama que correspondió a 443 en 12.3 m<sup>2</sup>.

### 3.7.3.3. Disposición en el sitio experimental

El experimento se instaló en el bloque 11 A de la finca. Se ubicó los planes de fertilización en parcelas diferentes (diferentes válvulas), para poder controlar la diferencia en la fertilización. Los tratamientos así como las repeticiones fueron dispuestos al azar.

### 3.7.3.4. Esquema del ADEVA

Este se presenta a continuación:

ESQUEMA DEL ADEVA	
FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	15
REPETICION	3
FERTILIZACIONES (F)	1
ERROR (a)	3
VARIEDADES (V)	1
FxV	1
ERROR (b)	6
PROMEDIO	
C.V.	

### 3.7.3.5. Análisis Funcional

Se utilizó la prueba de Tukey al 5% para la interacción VxF y DMS al 5% para las variedades y planes de fertilización.

## 3.8. MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

- Se realizó el análisis de suelo para conocer la cantidad del fertilizante a aplicarse como fertilización de fondo en los tratamientos que recibieron fertilización.

- Se elaboró las camas de siembra. Cada tratamiento se ubicó en una cama de cultivo.
- Se trasplantó los plantines en las camas de cultivo. Una aplicación fitosanitaria posterior al trasplante fue necesaria para evitar la muerte de plantas.
- Se aplicó la fertilización por goteo diariamente en las parcelas cuyo tratamiento era fertilizadas.
- Semanalmente se realizaron los controles fitosanitarios de acuerdo al programa de la empresa.
- A lo largo del ciclo de cultivo se efectuaron las labores culturales pertinentes en todas las unidades experimentales.
- Se tomaron muestras para el análisis de materia seca y de nutrientes a 10 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta. Los muestreos se realizaron a los 84, 140, 168, 210 días posteriores al trasplante para las variedades Nelson y Dakota.
- Se tomó datos de alturas de plantas en las mismas fechas en que se tomarán las muestras para los análisis foliares.
- Se registró el número total de tallos cosechados por planta.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. MATERIA SECA

En el análisis de varianza de acumulación de materia seca para las cuatro etapas de desarrollo del cultivo de clavel (cuadro 1) se observa significancia estadística para fertilización en todas las etapas de desarrollo, mientras que variedades e interacción FxV no presentan significancia estadística. Los promedios para 84, 140, 168 y 210 días fueron: 59.856, 71.844, 78.494 y 90.321 g/planta respectivamente.

CUADRO 1. Análisis de varianza para acumulación de materia seca en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

		Cuadrados Medios Materia Seca			
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	84 días	140 días	168 días	210 días
REPETICIONES	3	46.89	22.76	5.27	36.48
FERTILIZACIÓN	1	516.43*	1044.91*	990.68*	2337.72*
ERROR (a)	3	17.19	93.21	95.54	148.91
VARIEDADES	1	87.89	52.20	55.13	14.82
FERT X VARIED	1	0.01	12.78	14.63	7.02
ERROR (b)	6	42.77	16.13	38.24	99.32
TOTAL	15				
PROMEDIO (g/planta)		59.856	71.844	78.494	90.613
CV(a)		6.93	13.44	12.45	13.47
CV(b)		10.93	5.59	7.88	11.00

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación de materia seca a los 84 días fueron de 6.93 y 10.93 % respectivamente que son muy buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación de materia seca a los 140 días fueron de 13.44 y 5.59 % respectivamente que son muy buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.



Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación de materia seca a los 168 días fueron de 12.45 y 7.88 % respectivamente que son muy buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación de materia seca a los 210 días fueron de 13.47 y 11.00 % respectivamente que son muy buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Al detectar significancia estadística para fertilizaciones se realizó la prueba DMS al 5% que se presenta en el cuadro 2 donde podemos apreciar dos rangos de significancia encontrándose en el primero (A) los tratamientos no fertilizados con promedios de 54.17, 63.76, 70.62 y 78.52 g/planta para las diferentes épocas respectivamente como los que presentaron la menor acumulación de MS y en el segundo rango (B) como es lógico pensar por presencia de los nutrientes requeridos para un correcto desarrollo vegetal se encuentran los tratamientos fertilizados con promedios de 65.54, 79.92, 86.36 y 102.70 g/planta respectivamente para las diferentes etapas de desarrollo.

Según Hirzel et. al. (2002) Los análisis de MS acumulada se utilizan para construir las curvas de crecimiento y conocer la biomasa producida por el cultivo. De ahí que se aprecia en el cuadro 2 y los gráficos 1 y 2 la tendencia de la acumulación de MS en las dos variedades es similar siguiendo un continuo incremento de la misma pues la planta de clavel se encuentra continuamente en crecimiento al desarrollarse nuevos brotes en las yemas inferiores. Cabe destacar que se aprecia claramente la diferencia entre los tratamientos fertilizados y no fertilizados, sin embargo la tendencia en los dos casos es similar pero por su puesto con menor acumulación de MS en las plantas no fertilizadas, además dicha diferencia se va incrementando a medida que se incrementa la etapa de desarrollo, es decir a medida que pasa el tiempo.

**CUADRO 2.** DMS al 5% y promedio de acumulación de materia seca para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Materia seca (g/planta)</b>			
		<b>84 días</b>	<b>140 días</b>	<b>168 días</b>	<b>210 días</b>
f1	Sin fertilización	54.175 A	63.762 A	70.625 A	78.525 A
f2	Con fertilización	65.538 B	79.925 B	86.363 B	102.700 B
v1	Nelson	57.513	70.038	80.350	91.575
v2	Dakota	62.200	73.650	76.638	89.650

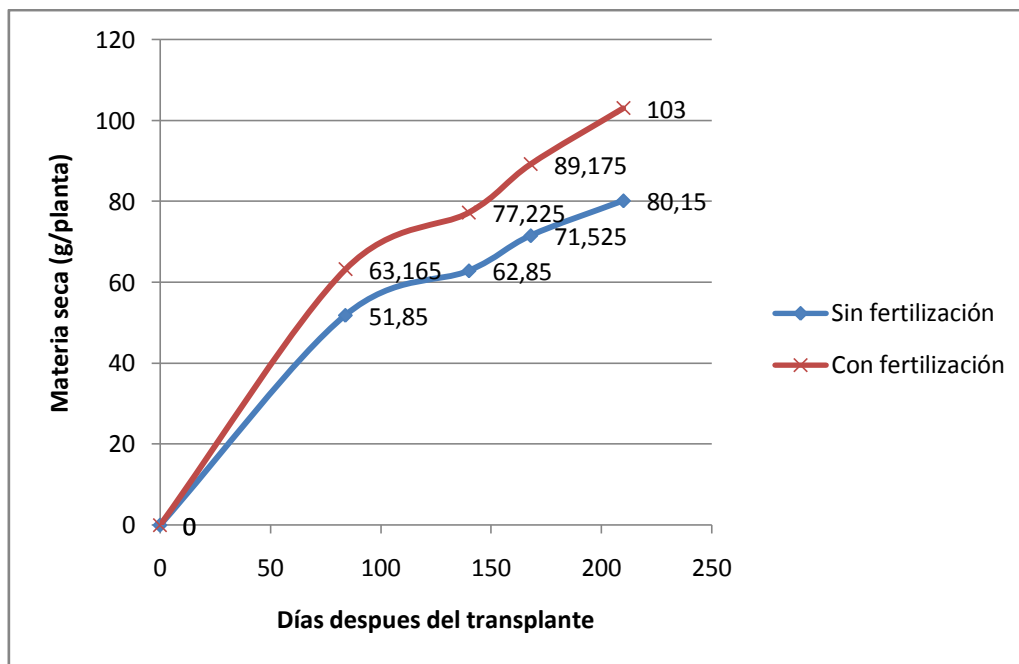


GRÁFICO 1. Acumulación de materia seca de la variedad Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

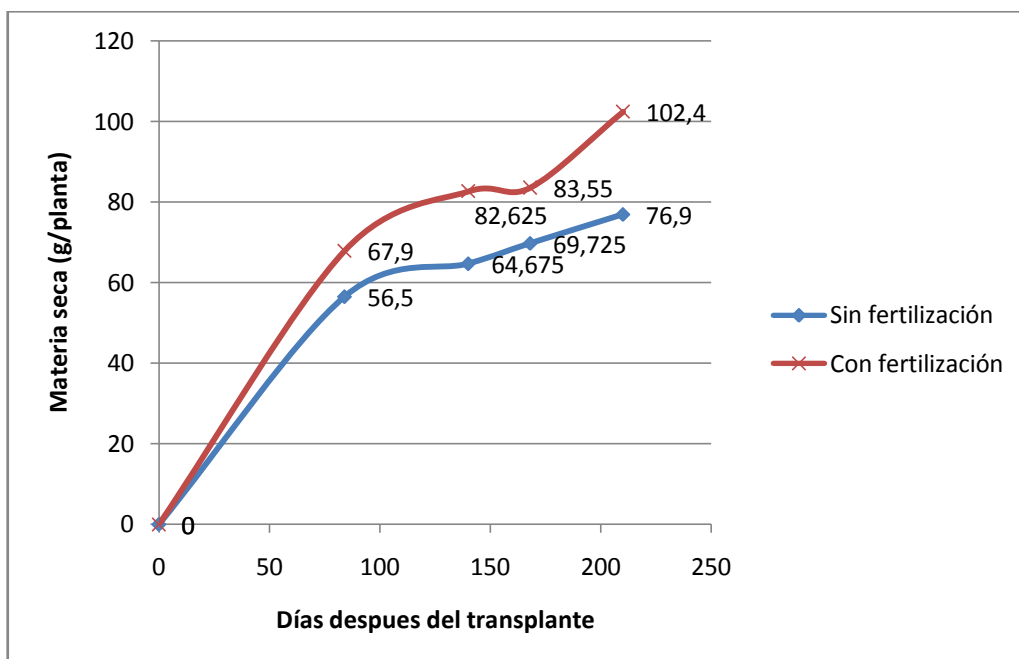


GRÁFICO 2. Acumulación de materia seca de la variedad Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN DOS VARIEDADES DE CLAVEL

### 4.2.1. Nitrógeno

Del análisis de varianza para nitrógeno en las cuatro etapas de desarrollo se observa significancia estadística para fertilización a los 210 días, mientras que para las otras épocas se aprecia significancia estadística. El promedio general para 84, 140, 168 y 210 días fue de 295.699, 400.846, 417.765 y 748.331 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación nitrógeno a los 84 días fueron de 20.341 y 21.162% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación nitrógeno a los 140 días fueron de 24.510 y 16.676% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación nitrógeno a los 168 días fueron de 13.056 y 14.576% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida

CUADRO 3. Análisis de varianza para acumulación de nitrógeno en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		N			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	1313.99	5106.13	1369.32	5122.85
FERT	1	72145.96*	82990.09*	91040.99*	395112.82*
ERR a	3	3617.60	9653.11	8341.53	9545.96
VAR	1	2292.49	1098.59	838.68	22206.96
FERT x VAR	1	3652.39	1748.08	1341.76	7009.88
ERR b	6	3915.51	4468.28	5007.94	11897.71
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		295.699	400.846	417.765	748.331
CV a%		20.341	24.510	21.864	13.056
CVb %		21.162	16.676	16.939	14.576

En el cuadro 4 DMS al 5% para la acumulación de nitrógeno en las cuatro etapas de desarrollo se observan dos rangos de significancia en el primero se encuentra sin fertilización y en el segundo con fertilización, además en el mismo cuadro se aprecia la diferencia matemática para variedades.

Al no detectar significancia estadística para variedades nos indica que la acumulación de nitrógeno es similar en las dos variedades por lo que se presenta una sola curva de acumulación para las dos variedades (gráfico 3), en donde se aprecia además la curva corregida, misma que obedece a la siguiente ecuación de tercer grado:  $y = 0.001x^3 - 0.419x^2 + 44.23x - 6.497$ , con el siguiente coeficiente de determinación:  $R^2 = 0,991$ .

CUADRO 4. DMS al 5% y promedios de acumulación de nitrógeno para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Nitrógeno (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	228.549 A	328.826 A	342.332 A	591.185 A
f1	con fertilización	362.849 B	472.876 B	493.198 B	905.477 B
v1	Nelson	283.729	392.559	410.524	785.587
v2	Dakota	307.669	409.133	425.006	711.076

En el gráfico 3 se observa la diferencia de acumulación de nitrógeno tanto en plantas fertilizadas y no fertilizadas su tendencia es similar, pero se ve que a medida que se incrementa el tiempo, las diferencias de acumulación son mayores, pues como manifiesta (Padilla, 2005) en agricultura la parte más importante de N usado por las plantas es el que se provee en forma de fertilizante.

Según Roos (2006), el nitrógeno N se encuentra en muchos compuestos esenciales, no sorprende en absoluto que el crecimiento sea lento si no se añade N; sin embargo del aporte o no de N vía fertirriego la tendencia de acumulación de N es igual tanto en fertilizadas como en no fertilizadas, pero hay que tomar en cuenta un aspecto muy importante como es la dinámica de la curva donde las dos primeras etapas que serían de macollamiento y desarrollo vegetativo, es decir, hasta la semana 20 o 140 días después del trasplante se produce un continuo incremento en la acumulación de N en la planta, pues como mencionó Padilla (2005) entre las funciones del N al formar parte de la clorofila influye en la fotosíntesis y además interviene en las hormonas y por lo tanto es fundamental en el desarrollo y crecimiento, pero en la etapa de formación del botón (semana 20 a 24) la acumulación de N es mínima, para posteriormente incrementarse nuevamente la acumulación de N debido a que inicia nuevamente el mismo proceso de desarrollo vegetativo pues como mencionó Pizano (2000) y de experiencias propias, el cultivo de clavel es un cultivo que cada

vez que se extrae un tallo van brotando más tallos por lo que se va formando en la base una masa vegetal densa.

Además la concentración de N en relación a la materia seca obtenida en el presente ensayo es de 2.33 a 3.71% (anexo 5), que concuerda con lo detectado por Pérez (2011) en la variedad de clavel Delphi quien determinó que el contenido de N oscila entre 2.7 y 3.2%. Además se encuentra dentro del rango citado por Ortega (2007) como normal que es de 3.2 a 5.2%.

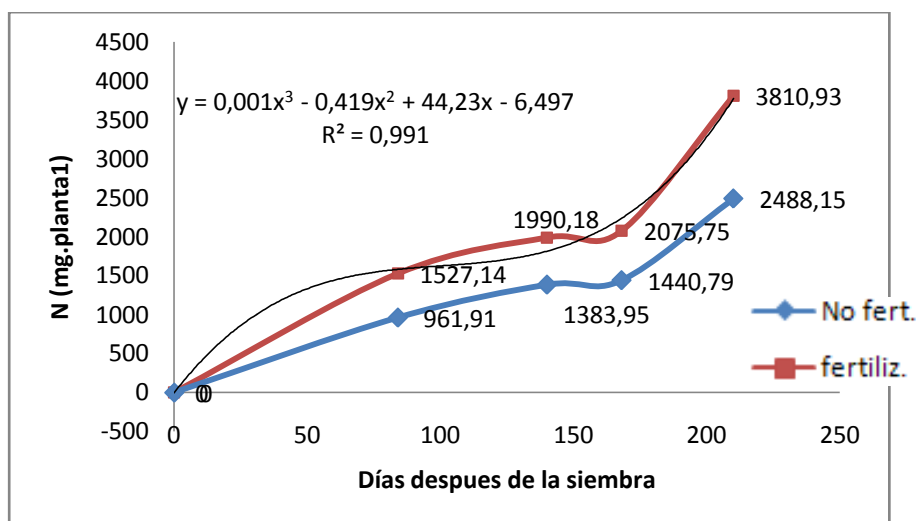


GRÁFICO 3. Curva de acumulación de Nitrógeno para las variedades Nelson y Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el cuadro 5 de promedios para la interacción fertilización por variedades se aprecia que la acumulación de nitrógeno en las diferentes etapas de desarrollo no es significativamente importante sin embargo se aprecian diferencias matemáticas, sobre todo entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas, pues como se mencionó anteriormente al no aportar el elemento N vía fertirriego las plantas únicamente absorben el remanente del cultivo anterior y el N producto de la descomposición de la materia orgánica (Taiz, 2006).

CUADRO 5. Promedios para acumulación de nitrógeno en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Nitrógeno (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	231.69	310.09	325.94	649.37
F0v2	sin fertilización, Dakota	225.41	347.57	358.73	533.00
f1v1	con fertilización, Nelson	335.77	475.03	495.12	921.80
f1v2	con fertilización, Dakota	389.93	470.70	491.28	889.15

#### 4.2.2. Fósforo

Del análisis de varianza para fósforo en las cuatro etapas de desarrollo (cuadro 6) se observa significancia estadística para fertilización. El promedio general para 84, 140, 168 y 210 días fue de 46.548, 49.606, 47.559 y 46.18 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación fósforo a los 84 días fueron de 16.854 y 13.746% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación fósforo a los 140 días fueron de 14.720 y 6.334% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación fósforo a los 168 días fueron de 7.415 y 4.704% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación fósforo a los 210 días fueron de 18.539 y 19.033% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

CUADRO 6. Análisis de varianza para acumulación de fósforo en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Fósforo			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	108.92	1.43	31.93	7.47
FERT	1	629.88*	693.40*	1781.90*	2182.76*
ERR a	3	61.55	20.21	12.44	73.29
VAR	1	1.88	2.60	99.95*	11.94
FERT x VAR	1	23.30	0.03	14.65	10.14
ERR b	6	40.94	4.93	5.00	77.26
	15				
PROM (kg/ha)		46,548	48.820	47,559	46,18
CV a%		16,854	9.20	7,415	18,539
CV b %		13,746	4,54	4,704	19,033

En el cuadro 7 la prueba DMS al 5% y promedios de acumulación de fósforo para las cuatro etapas de desarrollo se observa la diferencia significativa entre la acumulación de plantas fertilizadas y no fertilizadas; además en el mismo cuadro se aprecia la diferencia matemática para variedades que no es significativa, pero si lo es a los 168 días después de la siembra en donde se

aprecian dos rangos, siendo la variedad Nelson la que más cantidad de fósforo absorbió en esta época.

CUADRO 7. Promedio para acumulación de fósforo en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Fósforo (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	40,274 A	42,241 A	37,006 A	34,5 A
f1	con fertilización	52,822 B	55.410 B	58,112 B	57,86 B
v1	Nelson	46,891	48,421	50,059 A	47,044
v2	Dakota	46,205	49.23	45,06 B	45,316

Al detectar significancia estadística para variedades a los 168 días nos indica que en esta época la acumulación de fósforo en las dos variedades es diferente sin embargo es similar en las otras tres épocas por lo que se presenta una curva de acumulación para cada variedad (gráfico 4 y 5), en donde se aprecian además las curvas corregida, misma que obedecen a las siguientes ecuaciones de tercer grado:  $y = 7E-05x^3 - 0.032x^2 + 4.902x + 0.432$ , con el coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,994$  para el caso de la variedad Nelson y,  $y = 6E-05x^3 - 0.029x^2 + 4.602x + 0.079$  con un  $R^2 = 0,999$  para Dakota.

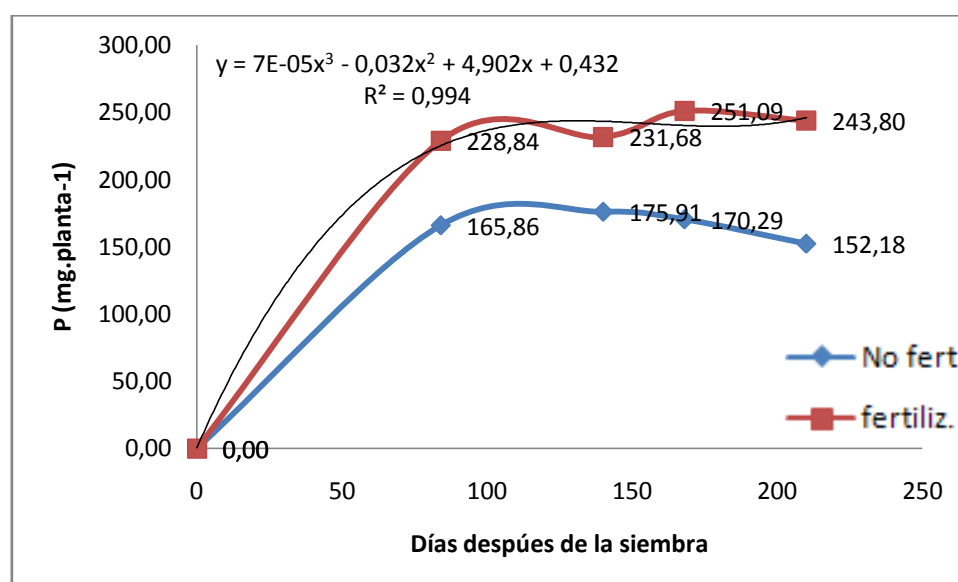


GRÁFICO 4. Curva de acumulación de fósforo para la variedad Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Según Navarro (2003) el P se encuentra en todos los tejidos de la planta en concentraciones variables su importancia radica en que forma parte esencial de muchos glucósidos que participan en la fotosíntesis, la respiración, y otros procesos metabólicos formando parte también de nucleótidos y de los fosfolípidos que se encuentran presentes en las membranas (Ross, 2000), por lo tanto al analizar las curvas de acumulación de P para las dos variedades se observa que presentan una distribución similar entre las fertilizadas y no fertilizadas pero sí se puede apreciar la gran diferencia en acumulación pese a que el P es considerado un elemento estable en el suelo y debe existir remanente de P del cultivo anterior. Fassbender (1982) manifestó que el P presenta una baja solubilidad que a veces causa deficiencias de disponibilidad de P para las plantas, a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo; ello se evita a través de una fertilización fosfatada; se aprecia además en las curvas que en la última etapa decrece la acumulación de fósforo; esto se debe a que se ha completado la formación del botón floral mismos que van siendo extraídos de la planta (Padilla, 2005).

Además la concentración de P en relación a la materia seca de 0.24 a 0.36% (anexo 5), concuerda con lo detectado por Pérez (2011) en la variedad de clavel Delphi quien determinó que el contenido de P oscila entre 0.25 y 0.35%. Además se encuentra dentro del rango citado por Ortega (2007) como normal que es de 0.20 a 0.35%.

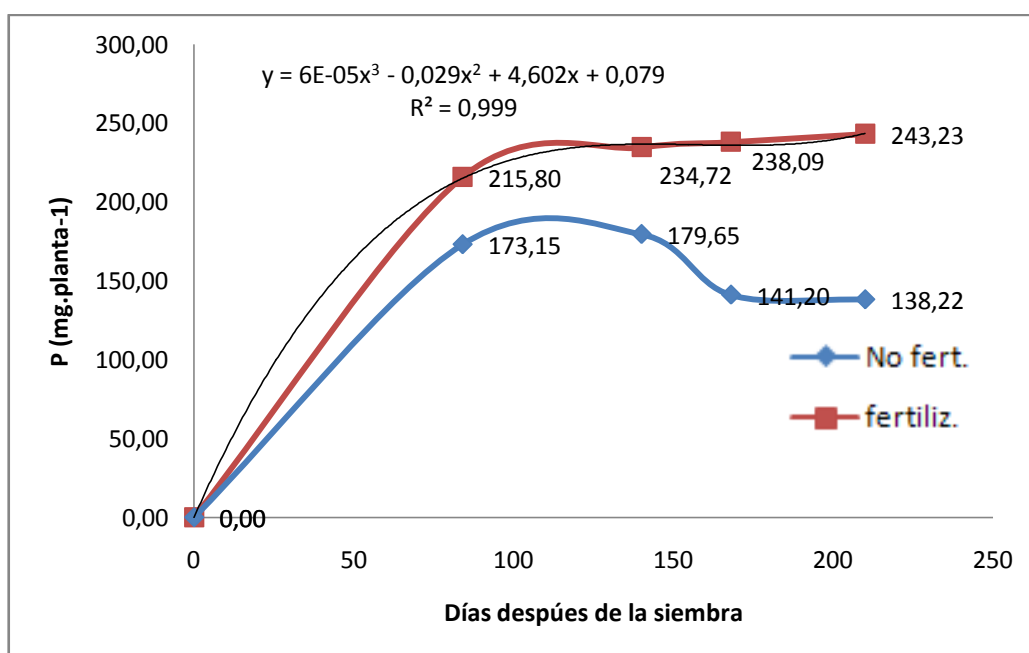


GRÁFICO 5. Curva de acumulación de fósforo para la variedad Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.



En el cuadro 8 de acumulación de fósforo para la interacción fertilización por variedades se presentan las diferencias matemáticas pues como no se encontró significancia estadística estas son mínimas.

CUADRO 8. Promedio de acumulación de fósforo para la interacción FxV en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Fósforo (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	39.41	41.80	40.46	36.16
F0v2	sin fertilización, Dakota	41.14	42.69	33.55	32.84
f1v1	con fertilización, Nelson	54.37	55.05	59.66	57.93
f2v2	con fertilización, Dakota	51.27	55.77	56.57	57.79

#### 4.2.3. Potasio

Del análisis de varianza para potasio (cuadro 9) se observa alta significancia estadística para las épocas 84, 140, 168 y 210 días. El promedio general para 84, 140, 168 y 210 días fue de 421.399, 510.274, 627.011 y 595.780 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación potasio K a los 84 días fueron de 2.994 y 15.437% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación potasio a los 140 días fueron de 16.083 y 7.951% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación potasio a los 168 días fueron de 8.231 y 14.325% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación potasio a los 210 días fueron de 6.557 y 7.147% respectivamente que son aceptables y dan confiabilidad a la información obtenida.

CUADRO 9. Análisis de varianza para acumulación de potasio en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		K			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	2762.05	650.89	1716.08	1562.57
FERT	1	47647.25*	50751.08*	106130.98*	129938.62*
ERR a	3	159.18	6735.39	2663.34	1525.96
VAR	1	8492.08	8812.52	15.94	2779.40
FERT x VAR	1	12977.2	127.24	9093.05	9175.72
ERR b	6	4231.9	1646.04	8067.74	1812.86
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		421.399	510.274	627.011	595.78
CV (a)%		2.994	16.083	8.231	6.557
CV(b) %		15.437	7.951	14.325	7.147

En el cuadro 10 la prueba DMS al 5% y promedios de acumulación de K para fertilización y variedades de las cuatro etapas de desarrollo se observa la diferencia significativa entre la acumulación de K en plantas fertilizadas y no fertilizadas; además en el mismo cuadro se aprecia la diferencia matemática para variedades misma que no es significativa.

La diferencia entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas es considerable y se va incrementando en las diferentes etapas; esto se debe a que por ser este un cultivo intensivo el suelo contaba al momento del trasplante con remanentes de fertilizante del ciclo anterior y conforme pasa el tiempo y la planta va absorbiendo el K este se va agotando de la superficie del suelo, pues además el suelo del ensayo es arenoso y en estos suelos como lo manifiesta Devlin (1982) el K por su solubilidad se lava con facilidad.

Al no detectar significancia estadística para variedades nos indica que la acumulación de K es similar en las dos variedades por lo que se presenta una sola curva de acumulación para las dos variedades (gráfico 6), en donde se aprecia además la curva corregida, misma que obedece a la siguiente ecuación de tercer grado:  $y = 0.000x^3 - 0.105x^2 + 31.02x + 7.884$ , con el siguiente coeficiente de determinación:  $R^2 = 0,984$ .

CUADRO 10. DMS al 5% y promedio de acumulación de potasio para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Potasio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	366.829 A	453.954 A	545.566 A	505.662 A
f1	con fertilización	475.970 B	566.594 B	708.455 B	685.898 B
v1	Nelson	398.361	486.805	626.012	582.6
v2	Dakota	444.438	533.743	628.09	608.96

La acumulación de K presenta la misma tendencia para los tratamientos fertilizados y para los no fertilizados pero en menor acumulación, pues como lo manifiesta Padilla (2005) alrededor del 11 % de K es tomado por las plantas por intercepción radicular y flujo de masa; esta baja cantidad se debe a la poca concentración de K en la solución del suelo. El sobrante 89%, se aproxima a las raíces por el mecanismo de difusión. A medida que las raíces toman K<sup>+</sup> en la rizosfera (creando una zona de baja concentración), el K<sup>+</sup> se mueve hacia la raíz una distancia relativamente corta (de varios milímetros), a través del film húmedo desde las zonas de alta concentración, lo que justifica la absorción de cierta cantidad de éste elemento aún cuando no se lo aplicó.

Según Pérez (2011) en su ensayo el mayor incremento de K fue en la transición de vegetativo a floral y luego disminuyó hasta finalizar el pico de producción, lo cual concuerda con lo obtenido en el presente ensayo donde se aprecia (gráfico 6) que la mayor acumulación de K se presenta entre la segunda y tercera etapa que es entre 140 y 168 días luego del trasplante que es precisamente la etapa donde inicia la formación del botón floral pues como lo cita Ross (2000) el K es un activador de muchas enzimas, interviene en la reproducción celular y como regulador de crecimiento, vitales en los procesos vegetales, sobre todo los de diferenciación celular.

Además se aprecia que en la última etapa es decir a los 240 días la acumulación de K disminuye esto es debido a que como lo manifiesta Padilla (2005) el potasio, es en muchas ocasiones, tomado más tempranamente que el nitrógeno y el fósforo y su asimilación se incrementa más rápido que la producción de materia seca; esto significa que el potasio se acumula temprano en el período de crecimiento y luego es traslocado a otras áreas, la toma temprana de potasio provoca el alargamiento de tallos y de flores encontrándose por este motivo altas concentraciones de este elemento en estos órganos de la planta, mismos que son extraídos para su exportación, de ahí la disminución en la última etapa del contenido de dicho elemento que es el responsable de un sinnúmero de funciones en las plantas.

La concentración de K obtenido en el presente ensayo fue de 2.8 a 3.4% (anexo 5), que coincide con lo detectado por Pérez (2011) en la variedad de clavel Delphi quien determinó que el contenido de K oscila entre 2.5 y 3.9%. Además se encuentra dentro del rango citado por Ortega (2007) como normal que es de 2 a 6.3%.

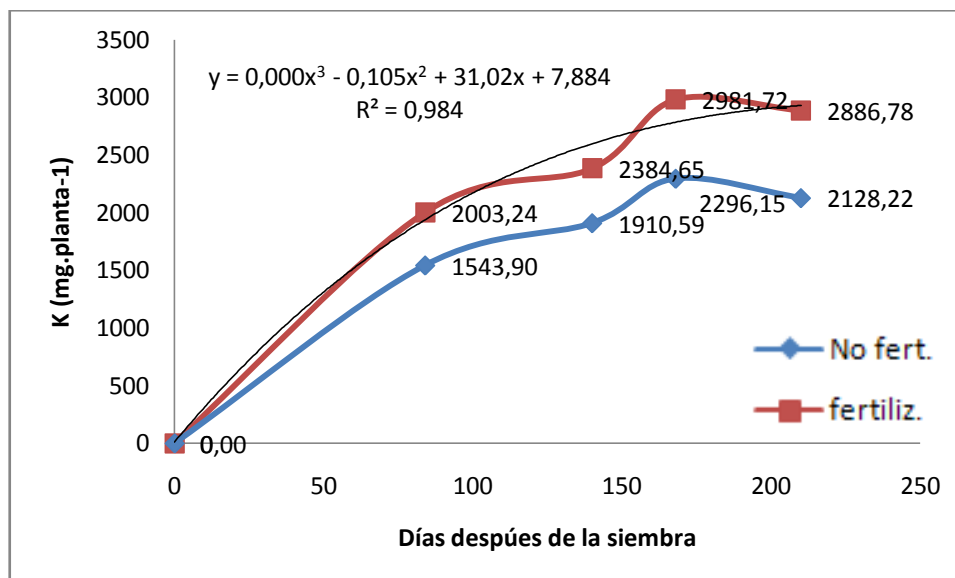


GRÁFICO 6. Curva de acumulación de potasio para variedades Dakota y Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el cuadro 11 se presentan las diferencias matemáticas detectadas en la interacción Fertilización por variedades para acumulación de K, mismas que no son significativas.

CUADRO 11. Promedio de acumulación de potasio para fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Potasio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	372.27	427.67	568.41	516.43
f0v2	sin fertilización, Dakota	361.39	480.24	522.73	494.90
fiv1	con fertilización, Nelson	424.45	545.95	683.62	648.77
f1v2	con fertilización, Dakota	527.49	587.24	733.29	723.03

#### 4.2.4. Calcio

Del análisis del varianza para acumulación de Ca (cuadro 12) se observa alta significancia estadística para variedades a los 140 días luego del trasplante, y significancia estadística para fertilización a los 140 y 210 días luego del trasplante. Los promedios generales para las cuatro etapas fueron: 186.642, 235.361, 253.527 y 312.639 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación calcio a los 84 días fueron de 10.873 y 14.181% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación calcio a los 140 días fueron de 17.141 y 2.555% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación calcio a los 168 días fueron de 23.299 y 18.110% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación calcio a los 210 días fueron de 5.330 y 16.610 % respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

CUADRO 12. Análisis de varianza de acumulación de calcio para las cuatro etapas de desarrollo en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Calcio			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	342.82	549.67*	579.06	1300.16
FERT	1	2919.51	19045.38*	17643.14*	57390.19*
ERR a	3	411.85	1627.51	3489.16	277.63
VAR	1	55.47	688.54*	2605.34	1302.67
FERT x VAR	1	1412.82	1278.78*	310.20	1677.11
ERR b	6	700.56	36.16	2108.08	2696.51
PROM (kg/ha)		186.642	235.361	253.527	312.639
CV a%		10.873	17.141	23.299	5.330
CVb %		14.181	2.555	18.110	16.610

En el cuadro 13. La prueba DMS al 5% y promedios de acumulación de calcio para fertilización y variedades se aprecia la diferencia estadística para variedades a los 140 días, y para fertilización a los 140, 168 y 210 días luego del trasplante, así como también se aprecian las diferencias matemáticas para fertilización a los 84 días y para variedades a los 84, 168 y 210 días. La diferencia estadística detectada para variedades en la segunda época determinó la realización de la curva de acumulación de calcio para cada variedad, pues como señala Calvache (2007). La extracción de nutrientes por parte de las plantas depende de varios factores tanto internos como externos, y dentro de los factores internos se encuentra el potencial genético de las plantas por lo que es ideal determinarlo para cada cultivar, de ahí que las dos variedades actuaron de diferente forma en cuanto a la absorción del Calcio.

CUADRO 13. La prueba DMS AL 5% y promedio de acumulación de calcio para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Calcio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	173.134	200.860 A	220.319 A	252.749 A
f1	con fertilización	200.15	269.862 B	286.733 B	372.530 B
v1	Nelson	184.78	241.921 A	266.286	321.662
v2	Dakota	188.504	228.801 B	240.765	303.616

En el gráfico 7, se observa la curva de acumulación de calcio para la variedad Nelson y la curva corregida, misma que obedece a la siguiente ecuación de tercer grado:  $y = 0.000x^3 - 0.107x^2 + 17.44x - 0.273$ , con el siguiente coeficiente de determinación:  $R^2 = 0,999$ .

Según Padilla (2005), las plantas y sus componentes, tienen contenidos variables de calcio y esto depende de la especie, variedad y condiciones de crecimiento de las mismas, las flores son generalmente bajas en calcio, una cantidad relativamente grande de calcio está contenida en las hojas, además al calcio se le atribuyen una serie de roles y funciones dentro de la planta como el desarrollo de raíces y hojas, es parte constituyente de las paredes celulares, es básico para la absorción de elementos nutritivos y varios procesos metabólicos, es un regulador de la membrana y de las actividades enzimáticas, de ahí que la tendencia que presenta la curva de acumulación de Ca (Gráfico 7) es a seguirse incrementando en cada etapa, ya que en el cultivo de clavel continuamente se van generando nuevos tejidos.

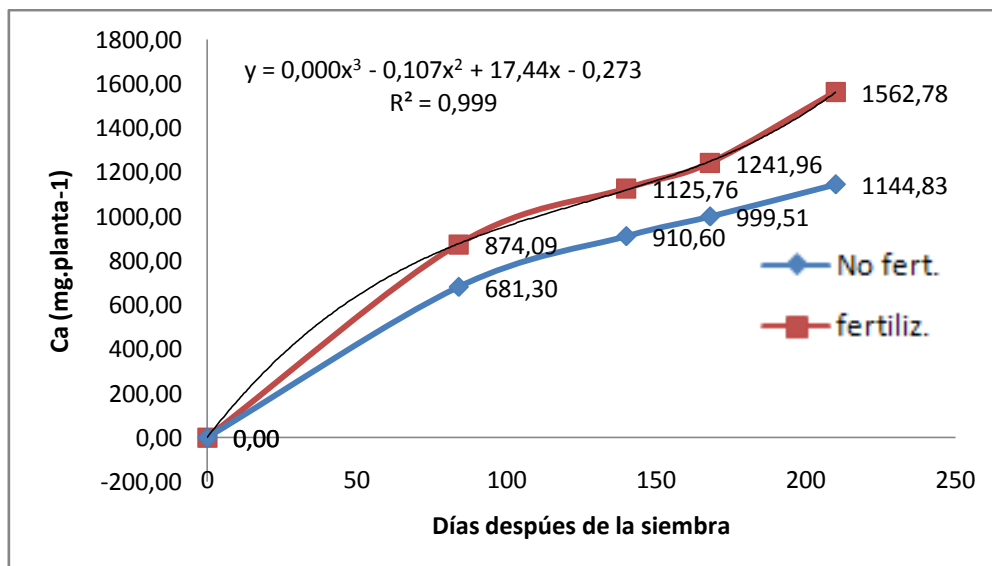


GRÁFICO 7. Curva de acumulación de calcio para Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el gráfico 8, se observa la curva de acumulación de Ca para la variedad Dakota y la curva corregida, misma que obedece a la siguiente ecuación de tercer grado:  $y = 0.000x^3 - 0.097x^2 + 16.24x - 2.258$ , con el siguiente coeficiente de determinación:  $R^2 = 0,994$ .

La variedad Dakota en la etapa de desarrollo (84 días) se comporta diferente a la variedad Nelson, ya que los tratamientos con y sin fertilización acumularon casi la misma cantidad de Ca. Cabe destacar que en el suelo del ensayo existe abundante Ca debido a las continuas aplicaciones de Sulfato de Ca como enmienda, además Padilla (2005) manifiesta que el Ca mejora la estructura del suelo al agregar los coloides de arcilla y humus lo que crea un suelo más granulado, haciendo que exista mejor aireación y penetración, el calcio es de carga positiva, por lo que a través del flujo de masa esta variedad tubo la capacidad de absorber la cantidad necesaria de Ca pese a que no se aplicó ninguna fuente durante el fertirriego diario.

Sin embargo hay que destacar que un análisis de calcio total no está muy relacionado con la asimilación de calcio, la nutrición y crecimiento de las plantas, por lo que se debe realizar una continua aplicación del mismo de acuerdo a los requerimientos del cultivo (Padilla 2005).

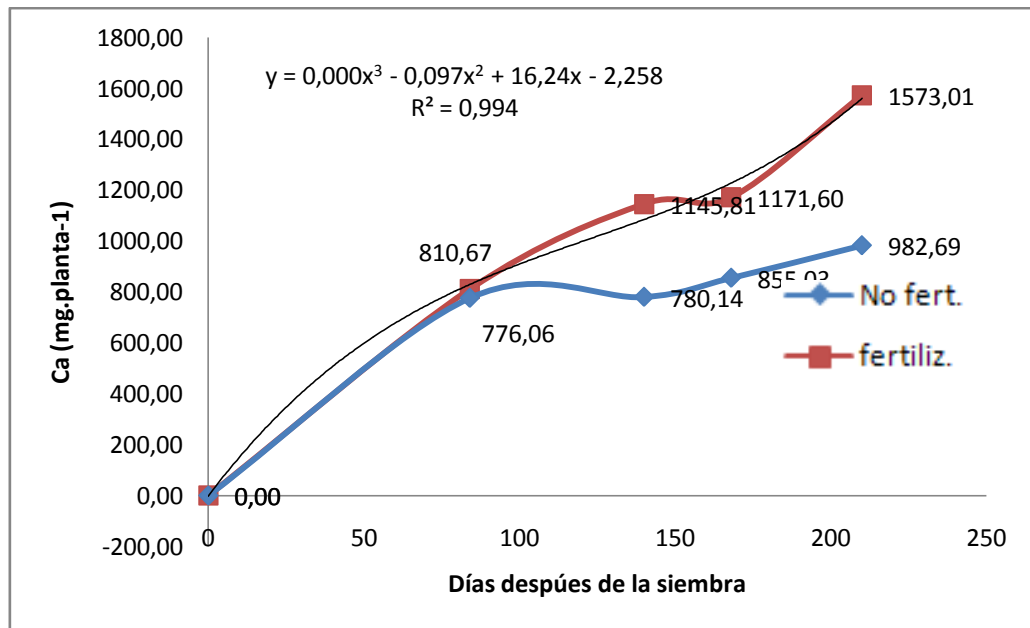


GRÁFICO 8. Curva de acumulación de calcio para Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Al detectar significancia estadística para la interacción se presenta el cuadro 14, donde se aprecian tres rangos de significancia a los 168 días en el primero se encuentra Dakota sin fertilización como la interacción que menor Ca acumuló y en el último rango se encuentran las dos variedades con fertilización como los tratamientos que acumularon mayor cantidad de Ca.

CUADRO 14. Tukey al 5% y promedio de acumulación de calcio para fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Calcio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	161.88	216.36	237.48 B	272.01
f0v2	sin fertilización, Dakota	184.39	185.36	203.16 A	233.49
f1v1	con fertilización, Nelson	207.69	267.48	295.09 C	371.32
f1v2	con fertilización, Dakota	192.62	272.24	278.38 C	373.75

#### 4.2.5. Magnesio

Del análisis de varianza para magnesio (cuadro 15) se observa significancia estadística para fertilización en las cuatro etapas de desarrollo a los 84, 140, 168 y 210 días luego del trasplante, se observa también significancia estadística para variedades a los 84 y 168 días luego del



trasplante. El promedio general para 84, 140, 168 y 210 días fue de 61.768, 74.663, 80.621 y 89.201 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación magnesio a los 84 días fueron de 6.403 y 9.058% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

CUADRO 15. Análisis de varianza de acumulación de magnesio en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		Magnesio			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	107.92	16.56	65.40	26.53
FERT	1	1638.43*	2264.57*	2832.63*	3196.21*
ERR a	3	15.64	82.83	146.32	131.98
VAR	1	218.97*	168.16	433.99*	9.46
FERT x VAR	1	22.44	77.75	72.72	202.35
ERR b	6	31.31	57.33	48.65	228.22
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		61.768	74.663	80.621	89.201
CV a%		6.403	12.190	15.004	12.879
CVb %		9.058	10.141	8.652	16.936

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación magnesio a los 140 días fueron de 12.190 y 10.141% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación magnesio a los 168 días fueron de 15.004 y 8.652% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida. Los coeficientes de variación tipo a y b para acumulación magnesio a los 210 días fueron de 12.879 y 16.936% respectivamente que son buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

En el cuadro 16 se observa claramente la diferencia estadística detectada en el ADEVA entre lo fertilizado y no fertilizado para las cuatro etapas de desarrollo. Se aprecia además la diferencia estadística para variedades a los 84 y 168 días luego del trasplante, se presentan también las diferencias matemáticas entre las variedades Nelson y Dakota a los 140 y 210 días.

CUADRO 16. DMS al 5% y promedio de acumulación de magnesio para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Magnesio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	51.649 A	62.766A	67.315 A	75.068 A
f1	con fertilización	71.887 B	86.560 B	93.926 B	103.335 B
v1	Nelson	65.468 A	77.905	85.829 A	89.97
v2	Dakota	58.069 B	71.421	75.413 B	88.433

En el gráfico 9, se observa la curva de acumulación de magnesio para la variedad Nelson y la curva corregida, misma que obedece a una ecuación de tercer grado como se detalla en el mismo.

El contenido de Mg en las plantas varía no solamente entre especies sino también entre variedades, y también existe variación en las diferentes etapas fenológicas de las mismas partes de la planta (Padilla, 2005) lo que se aprecia en los gráficos 9 y 10 para las variedades Nelson y Dakota. Sin embargo las curvas de acumulación de Mg para las dos variedades muestran una tendencia similar con la respectiva diferencia entre lo fertilizado y no fertilizado. El Mg está en el centro de la molécula de la clorofila (sin Mg la fotosíntesis no podría realizarse), actúa además como activador de numerosas enzimas que afectan la transferencia de fosfatos, regula la asimilación de otros nutrientes, de manera especial el fósforo, y está involucrado en la traslocación y metabolismo de carbohidratos, actúa como un transportador de fósforo, es un activador específico de un sinnúmero de enzimas incluyendo la de la fosforilización, deshidrogenasa y carboxilasa, de ahí que su acumulación es continua ya que actúa en procesos que se van desarrollando continuamente a lo largo de las diferentes etapas de la planta y se encuentra distribuido en toda la planta sobre todo en las partes verdes (Devlin, 1982; Padilla, 2005). Además la tendencia que se aprecia en el gráfico 9 y 10 de ir incrementando la concentración de Mg con las etapas fenológicas concuerda con lo establecido por Parker (1999) quien reportó que los valores foliares se incrementan ligeramente con la edad. Además en los gráficos 9 y 10 podemos apreciar las curvas de acumulación de Mg que responden a la ecuación cubica:  $y = 6E-05x^3 - 0.030x^2 + 5.840x + 0.416$  con un  $R^2 = 0.997$  para la variedad Nelson y para la variedad Dakota  $y = 8E-05x^3 - 0.035x^2 + 5.843x - 0.074$  con un  $R^2 = 0.999$ .

El contenido de Mg en el presente ensayo vario según la etapa fenológica con valores entre 0.41 y 0.50 % con respecto de la materia seca, lo cual concuerda con lo detectado por Pérez (2011) con un rango entre 0.42 a 0.68 % en diferentes sustratos, además se encuentra dentro del rango establecido

como normal en la tabla “Intervalos para interpretar análisis foliares en plantas ornamentales” que presenta Ortega (1997) quien cita el rango de 0.2 a 0.5 % de Mg para clavel.

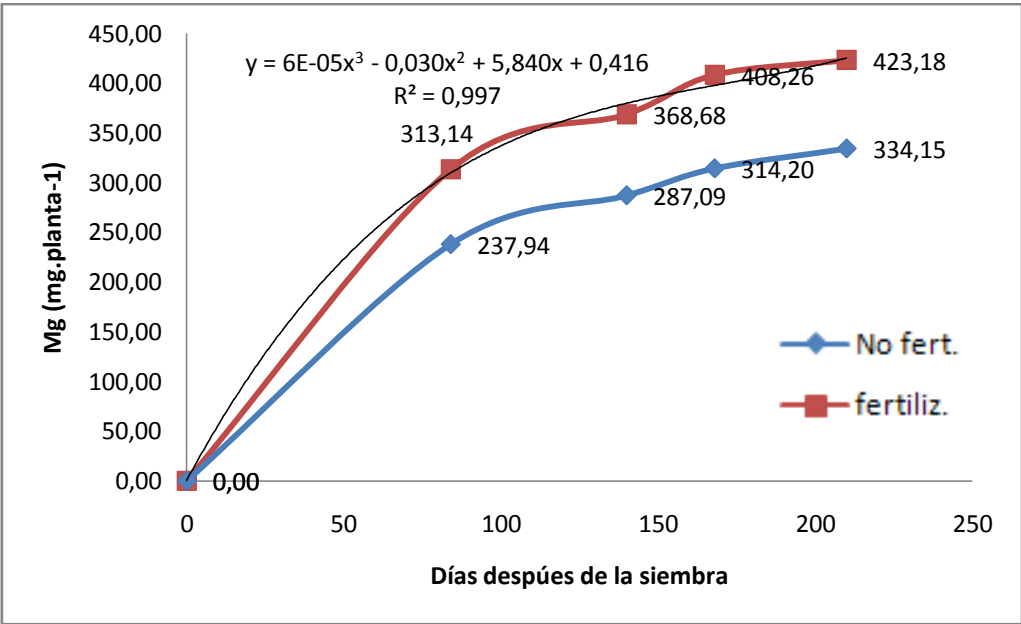


GRÁFICO 9. Curva de acumulación de magnesio para Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi.2011.

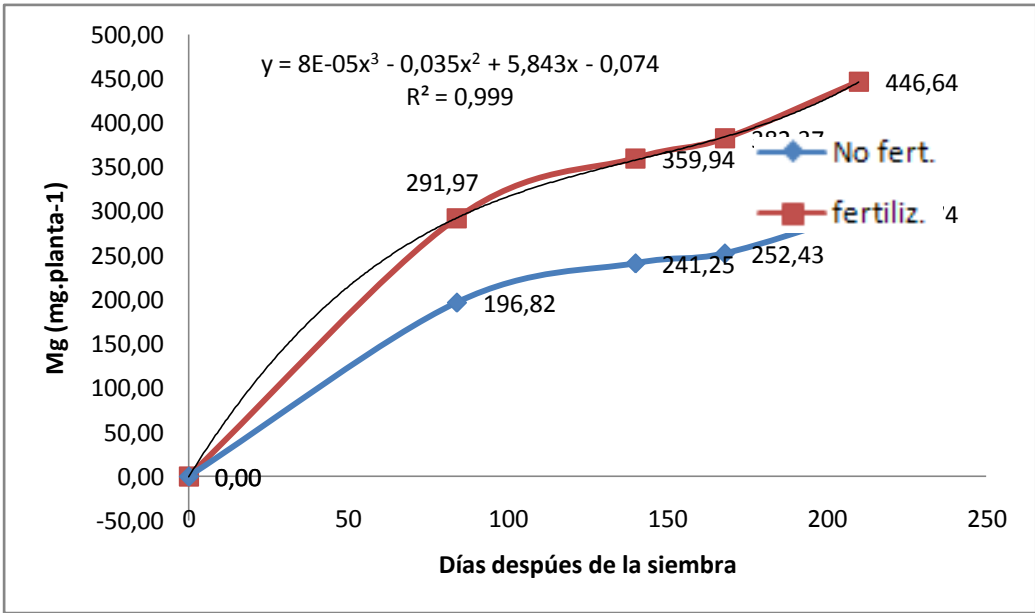


GRÁFICO 10. Curva de acumulación de Mg para Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Al no detectar significancia estadística para la interacción fertilización por variedades se presenta el cuadro de promedios para acumulación de Mg donde se aprecian diferencias de tipo matemáticas sin embargo se aprecia una marcada diferencia entre lo fertilizado y no fertilizado.

CUADRO 17. Promedio de acumulación de Mg para fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Magnesio (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	56.53	68.21	74.66	79.39
f0v2	sin fertilización, Dakota	46.77	57.32	59.98	70.74
f1v1	con fertilización, Nelson	74.40	87.60	97.00	100.55
f1v2	con fertilización, Dakota	69.37	85.52	90.85	106.12

#### 4.2.6. Azufre

En el cuadro 18 del análisis de varianza para acumulación de azufre se presentan diferencias significativas para fertilización en todas las épocas, para variedades en la segunda época (140 días) y fertilización por variedades en la última época (210 días). El promedio general del ensayo para las cuadro épocas fue de 14.37, 15.45, 15.77 y 20.62 kg/ha respectivamente. Los coeficientes de variación tipo a y b a los 84 días fue de 7.40 y 13.87% respectivamente, a los 140 días fue de 14.05 y 6.75 % respectivamente, a los 168 días fue de 15.21 y 17.82 % y a los 210 días fue de 29.20 y 20.67 % respectivamente.

CUADRO 18. Análisis de varianza de acumulación de azufre en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		Azufre			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	2.11	0.57	14.48	0.26
FERT	1	65.25*	105.88*	135.32*	103.48*
ERR a	3	1.13	4.72	5.77	23.25
VAR	1	8.25	9.42*	0.12	0.02
FERT x VAR	1	5.14	3.24	28.92	98.26*
ERR b	6	3.97	1.09	7.91	11.64
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		14.371	15.453	15.779	16.508
CV a%		7.400	14.059	15.219	29.206
CVb %		13.872	6.759	17.826	20.672

Al detectar significancia estadística para fertilización se presenta la prueba DMS al 5% (cuadro 19, gráfico 11) donde se aprecian dos rangos de significancia siendo los tratamientos sin fertilización los que presentan menor acumulación de azufre y los fertilizados presentan mayor acumulación. En el mismo cuadro se muestra los promedios para las dos variedades, mismas que presentan diferencias únicamente matemáticas para la primera, tercera y cuarta época 84, 168 y 210 días respectivamente, sin embargo para la segunda época 140 días por la significancia detectada se presenta la prueba DMS al 5% apreciándose dos rangos donde se observa que la variedad Dakota acumula mayor cantidad de S con un promedio de 16.22 kg/ha con relación a la variedad Nelson que acumuló 14.685 kg/ha.

CUADRO 19. DMS al 5% y promedio de acumulación de azufre para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Azufre (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	12.351 A	12.880 A	12.871 A	13.965 A
f1	con fertilización	16.390 B	18.025 B	18.688 B	19.051 B
v1	Nelson	13.653	14.685 A	15.691	16.478
v2	Dakota	15.089	16.220 B	15.868	16.539

Al no detectar significancia estadística para la interacción FxV para la primera, segunda y cuarta época se presenta el cuadro 20 con los promedios donde se aprecian las diferencias matemáticas; se presenta además la prueba de Tukey al 5% para la tercera época (168 días) donde se aprecian dos rangos de significancia en el primero se encuentran las dos variedades sin fertilización y la variedad Nelson con fertilización mientras que en el segundo rango se encuentran las dos variedades con fertilización y la variedad Nelson sin fertilización.

CUADRO 20. Tukey al 5% y promedio de acumulación de azufre para fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Azufre (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	12.20	12.56	14.13 AB	16.41
f0v2	sin fertilización, Dakota	12.50	13.20	11.62 A	11.52
f1v1	con fertilización, Nelson	15.11	16.81	17.26 AB	16.54
f1v2	con fertilización, Dakota	17.68	19.24	20.12 B	21.56

En los gráficos 11 y 12 podemos apreciar las curvas de acumulación de S que responden a la ecuación cubica:  $y = 1E-05x^3 - 0.007x^2 + 1.266x + 0.044$  con un  $R^2 = 0.999$  para la variedad Nelson y para la variedad Dakota  $y = 2E-05x^3 - 0.010x^2 + 1.605x + 0.045$  con un  $R^2 = 0.999$ .

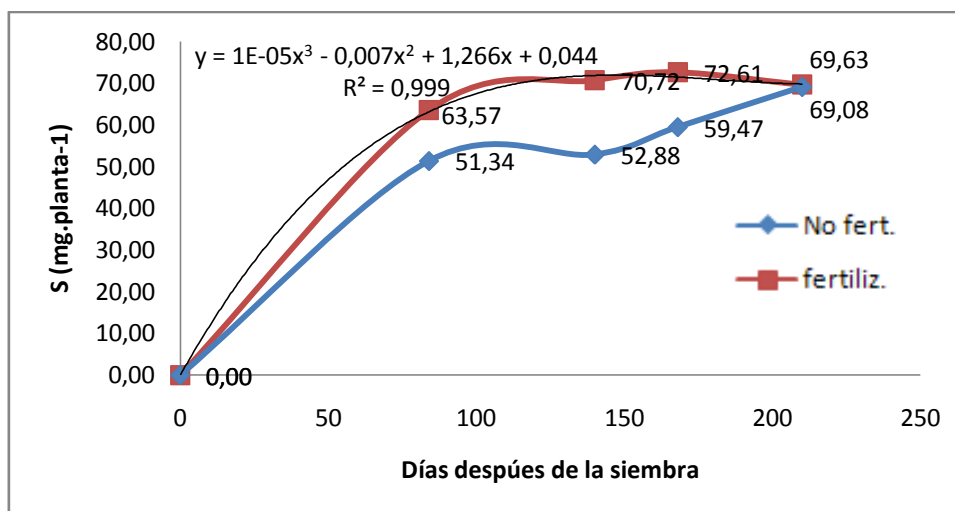


GRÁFICO 11. Curva de acumulación de azufre para Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el gráfico 12 se aprecia la tendencia de la curva de acumulación de azufre en las plantas fertilizadas y no fertilizadas, en las no fertilizadas la acumulación decrece en las dos últimas etapas mientras que en las fertilizadas en cada etapa de desarrollo se incrementa la acumulación tal como lo señala Padilla (2005) al aumentar la dosis de azufre aumenta su asimilación, el crecimiento de las plantas, la cantidad de proteína, el peso y el contenido de N en la planta. Sin embargo en el gráfico 11 se aprecia que los tratamientos no fertilizados incrementan el consumo de S a llegar a acumular la misma cantidad que las plantas fertilizadas lo cual no es comprensible y puede ser atribuible a error experimental.

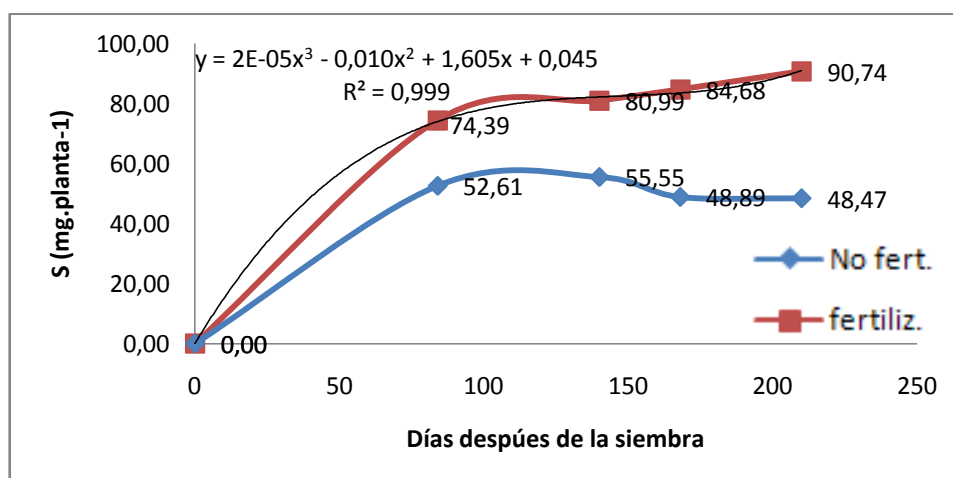


GRÁFICO 12. Curva de acumulación de azufre para Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.2.7. Zinc

En el cuadro 21 del análisis de varianza para acumulación de zinc se detectó que no existen diferencias significativas para fertilización, variedades ni para la interacción en todas las épocas. Los promedios generales para 84, 140, 168 y 210 días fueron 0.47, 0.54, 0.589 y 0.593 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b a los 84 días fue de 18.87y 21.097% respectivamente, a los 140 días fue de 18.519 y 11.712 % respectivamente, a los 168 días fue de 25.748 y 18.598 % y a los 210 días fue de 17.686 y 19.953 % respectivamente.

Al no detectar significancia estadística para fertilización ni variedades se presenta el cuadro 22 de promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas siendo los tratamientos sin fertilización los que presentan mayor acumulación de Zinc durante todas las épocas de desarrollo.

CUADRO 21. Análisis de varianza de acumulación de zinc en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Zinc			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	2.1E-03	3.0E-03	2.5E-03	2.1E-04
FERT	1	0.04	0.02	0.04	0.01
ERR a	3	0.01	0.01	0.02	0.01
VAR	1	9.0E-04	3.6E-03	0.01	0.07
FERT x VAR	1	2.3E-04	2.0E-03	0.02	0.04
ERR b	6	0.01	4.4E-03	0.01	0.01
TOTAL	15				
PROM(Kg/ha)		0.474	0.54	0.589	0.593
CV a%		18.870	18.519	25.748	17.686
CVb %		21.097	11.712	18.598	19.953

Sin embargo de que no existan diferencias significativas en el contenido de Zn es importante señalar la importancia del Zn pues participa en la formación de la clorofila o bien impide su destrucción, además intervienen en la síntesis de auxinas pero su requerimiento es en pequeñas cantidades (Ross, 2000; Silva 1997). Además Holley y Baker (1991) en experimentos realizados en Colorado State University con claveles cultivados en arena concluyeron que con bajas concentraciones de Zn era suficiente para mantener los requerimientos.

CUADRO 22. Promedio de acumulación de zinc para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Zinc (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	0.526	0.576	0.638	0.621
f1	con fertilización	0.431	0.504	0.541	0.565
v1	Nelson	0.471	0.525	0.610	0.660
v2	Dakota	0.486	0.555	0.569	0.526

Al no detectar significancia estadística para la interacción FxV se presenta el cuadro 23 de promedios para dicha interacción.

CUADRO 23. Promedio de acumulación de zinc para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Zinc (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	0.43	0.50	0.60	0.64
f0v2	sin fertilización, Dakota	0.44	0.51	0.48	0.61
f1v1	con fertilización, Nelson	0.52	0.55	0.62	0.68
f1v2	con fertilización, Dakota	0.54	0.60	0.66	0.45

En el gráfico 13 podemos apreciar la curva de acumulación de Zn para las variedades Nelson y Dakota que responden a la ecuación cubica:  $y = 4E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.035x + 0.001$  con un  $R^2 = 0.999$ .

Sin embargo de no existir diferencias significativas en la acumulación de Zn entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas, ni entre variedades se observa en el grafico 13 las curvas de acumulación de Zn en donde se aprecia que la acumulación de Zn es menor en las plantas fertilizadas, cabe señalar que las plantas fertilizadas pese a presentar menor contenido de Zn no mostraron ningún problema de producción o calidad lo que indica que este elemento es requerido por el clavel en muy poca cantidad para su normal desarrollo, pues Parker (1999) cultivó claveles en grava con 5 niveles de Zn donde determinó que el rendimiento total disminuyó considerablemente tanto en los tratamientos donde se omitió y donde se suministró a altas concentraciones.



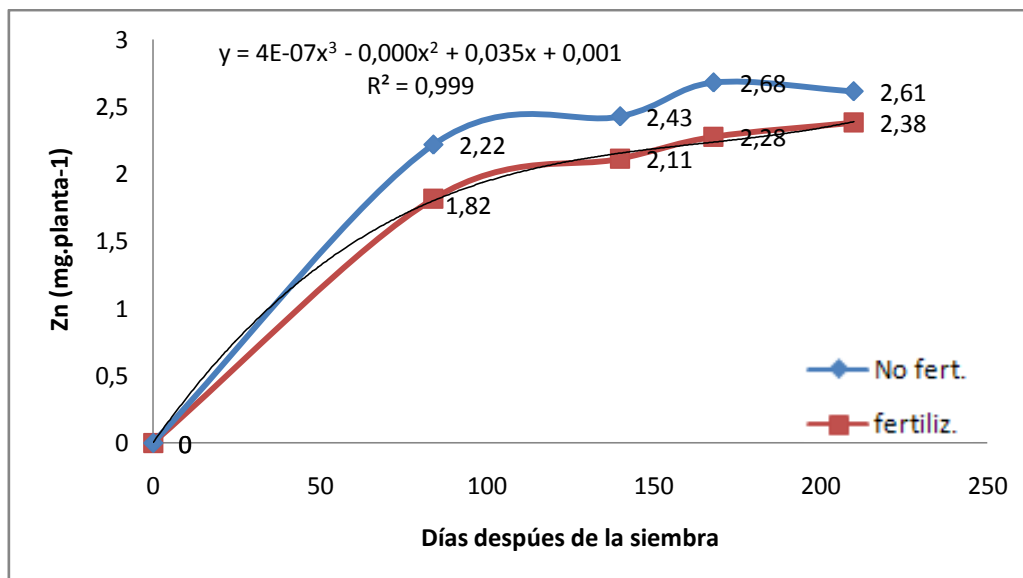


GRÁFICO 13. Curva de acumulación de zinc para Nelson y Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.2.8. Hierro

Del análisis de varianza cuadro 24 se observa significancia estadística para fertilización a los 168 y 210 días, para variedades a los 84 días y para la interacción F x V a los 84 y 140 días. Los promedios generales para 84, 140, 168 y 210 días fueron: 6.851, 6.394, 5.105 y 4.604 kg/ha respectivamente.

Los coeficientes de variación tipo a y b a los 84 días fue 26.548 y 14.376%; a los 140 días fue 58.349 y 39.944%; a los 168 días fue 46.339 y 34.221%; y a los 210 días fue 13.992 y 43.516 %. Los coeficientes detectados en las tres últimas épocas son algo elevados por lo que la información obtenida no es muy confiable y se debe probablemente a algún error en la determinación de la acumulación de Fe.

Al detectar significancia estadística para fertilización a los 168 y 210 días se presenta la prueba DMS al 5% (cuadro 25) donde se aprecian dos rangos de significancia en el primer rango como el que menor Fe acumula se encuentran los tratamientos sin fertilización y en el segundo como el que acumula más Fe se encuentran los tratamientos con fertilización. Mientras que para los 84 y 140 días se muestran las diferencias matemáticas, en los que con fertilización también presentan mayor acumulación de Fe.

CUADRO 24. Análisis de varianza de acumulación de hierro en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Hierro			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	1.08	3.95	5.70	1.18
FERT	1	2.06	29.11	24.60*	24.53*
ERR a	3	3.31	13.92	5.60	0.42
VAR	1	43.89	16.08	1.14	3.04
FERT x VAR	1	17.77*	74.65*	0.48	6.39
ERR b	6	0.97	6.52	3.05	4.01
TOTAL	15				
PROM(Kg/ha)		6.851	6.394	5.105	4.604
CV a%		26.548	58.349	46.339	13.992
CVb %		14.376	39.944	34.221	43.516

Al no detectar significancia estadística para variedades, se presentan los promedios para variedades a los 84, 140, 168 y 210 días (cuadro 25) donde las diferencias que se aprecian son únicamente matemáticas.

CUADRO 25. DMS al 5% y promedio de acumulación de hierro para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO	Hierro (kg/ha)			
ETAPAS	84 días	140 días	168 días	210 días
sin fertilización	6.493	5.045	3.865 A	3.366 A
con fertilización	7.210	7.743	6.345 B	5.843 B
Nelson	5.195	5.391	4.838	5.040
Dakota	8.508	7.396	5.373	4.170

En el cuadro 26 para la interacción F x V a los 168 días se aprecian 3 rangos de significancia encontrándose en el primero la variedad Nelson con y sin fertilización, en el segundo están las dos variedades sin fertilización y en el tercero esta la variedad Dakota con fertilización como la interacción que provocó la mayor acumulación de Fe. Para las otras épocas se presenta los promedios

CUADRO 26. Tukey al 5% y promedio de acumulación de hierro para la interacción FxV en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Hierro (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	5.89	4.58	3.77 AB	3.17
f0v2	sin fertilización, Dakota	7.10	3.89	3.96 B	3.56
f1v1	con fertilización, Nelson	4.50	6.20	5.91 A	6.91
f1v2	con fertilización, Dakota	9.92	10.91	6.79 C	4.78

En el gráfico 14 se aprecia la curva de acumulación de Fe para las variedades Nelson y Dakota misma que presenta una tendencia cubica  $y = 9E-06x^3 - 0.004x^2 + 0.693x - 0.062$  con un  $R^2 = 0.991$ .

La diferencia entre la curva de las planta fertilizadas y no fertilizadas es mínima en la primera etapa de desarrollo pero si es marcada en las tres últimas etapas esto se debe a que al inicio la planta absorbió el remanente de Fe del cultivo anterior, pero posteriormente se presentó un déficit del mismo, pese a la mínima cantidad que requiere de Fe el cultivo, de ahí la diferencia presentada, pues como lo señala padilla (2005) La concentración del catión  $Fe^{+++}$  es muy baja en la solución del suelo. Y en los suelos bien drenados y ricos en oxígeno la concentración de  $Fe^{++}$  es aún menor que la de  $Fe^{+++}$ .

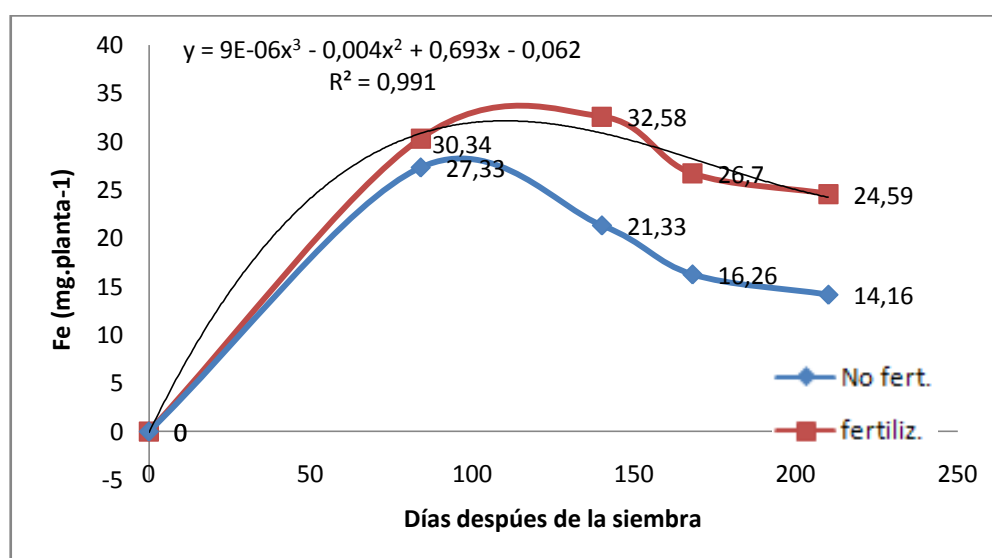


GRÁFICO 14. Curva de acumulación de hierro para Nelson y Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.2.9. Cobre

En el análisis de varianza para acumulación de cobre cuadro 27 se detecta significancia estadística para fertilización en las dos primeras épocas, mientras que para variedades se detecta significancia estadística en la primera, segunda y última etapa.

El promedio general del ensayo fue a los 84 días de 1.081 kg/ha, a los 140 días de 0.39 kg/ha, a los 168 días fue de 0.247 kg/ha y a los 210 días fue de 0.198 kg/ha.

Los coeficientes de variación tipo a y b para las diferentes etapas fueron: a los 84 días 13.08 y 17.24%, a los 140 días 25.64 y 17.35%, a los 168 días 40.48 y 21.90%, y a los 210 días fueron de 11.40 y 14.03% respectivamente.

Al detectar significancia estadística para fertilización a los 84 y 140 días se presenta el cuadro 28 de la prueba DMS al 5% donde se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el primero los tratamientos sin fertilización con un promedio de 0.924 y 0.344 kg/ha y en el segundo los tratamientos con fertilización con un promedio de 1.239 y 0,436 kg/ha como los que mayor acumulación de Cu produjeron, además para las épocas que no presentaron significancia, se presentan los promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas.

CUADRO 27. Análisis de varianza de acumulación de cobre en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Cobre			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	0.06	0.02	1.5E-03	9.2E-04
FERT	1	0.40*	0.03*	7.6E-04	3.9E-03
ERR a	3	0.02	0.01	0.01	5.1E-04
VAR	1	0.23*	0.03*	1.8E-03	0.01*
FERT x VAR	1	0.16	3.0E-03	5.1E-04	1.6E-04
ERR b	6	0.03	4.6E-03	2.9E-03	7.7E-04
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		1.081	0.39	0.247	0.198
CV a%		13.08	25.64	40.48	11.40
CVb %		17.240	17.35	21.9	14.03

De las significancias detectadas para variedades en tres épocas de desarrollo se presenta el cuadro 28 la prueba DMS al 5% donde se muestran dos rangos de significancia en la primera etapa (84 días) la variedad Nelson se encuentra en el primer rango, mientras que en la segunda y cuarta etapas en el primer rango se encuentra la variedad Dakota como la variedad que menor Cu acumuló en estas etapas; y en el segundo rango en la primera época se encuentra la variedad Dakota, mientras que en las épocas segunda y cuarta se encuentra la variedad Nelson como la que mayor Cu acumuló.

CUADRO 28. Prueba DMS al 5% y promedio de acumulación de cobre para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Cobre (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	0.924 A	0.344 A	0.24	0.183
f1	con fertilización	1.239 B	0.436 B	0.254	0.214
v1	Nelson	0.961 A	0.433 B	0.258	0.220 B
v2	Dakota	1.201 B	0.347 A	0.236	0.176 A

Al no detectar significancia estadística para la interacción FxV en ninguna etapa de desarrollo se presenta el cuadro 29 de promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas para las diferentes interacciones; sin embargo se puede apreciar que la interacción Nelson sin fertilización en la primera etapa de desarrollo provocó la menor acumulación de Cu.

CUADRO 29. Promedio de acumulación de cobre para fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Cobre (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	0.70	0.40	0.25	0.21
f0v2	sin fertilización, Dakota	1.15	0.29	0.24	0.16
f1v1	con fertilización, Nelson	1.22	0.47	0.27	0.23
f1v2	con fertilización, Dakota	1.26	0.41	0.24	0.20

En los gráficos 15 y 16 se presentan las curvas de acumulación de Cu para las variedades Nelson y Dakota mismas que presentan una tendencia cubica que es la siguiente: Para Nelson  $y = 5E-06x^3 -$

$0.001x^2 + 0.186x + 0.008$  con un  $R^2 = 0.992$  y para Dakota  $y = 6E-06x^3 - 0.002x^2 + 0.197x + 0.012$  con un  $R^2 = 0.986$ .

En las curvas de las dos variedades se puede apreciar que la tendencia es la misma tomando en consideración que la época en la que mayor requerimiento de Cu presenta el clavel es a los 84 días que es la época de mayor desarrollo foliar, como manifiesta Devlin (1982) se sabe que el cloroplasto posee una proteína que contiene Cu denominada plastocianina, que tiene un papel importante en la fotosíntesis y dicho proceso se produce con mayor intensidad en la época de desarrollo vegetativo. Sin embargo hay que destacar la diferencia entre las dos variedades pues en las curvas se aprecia que la variedad Dakota absorbió mayor cantidad de Cu en esta época probablemente se debe a su vigorosidad tanto vegetativa como radicular.

Según Bidwel (1993), el Cu se presenta en pequeñas cantidades en casi todos los suelos y son continuamente reabastecidos por la intemperización de minerales que contienen Cu y su deficiencia en la naturaleza es rara ya que además es requerido por las plantas en muy pequeña cantidad su contenido medio oscila entre los 5 y 20 ppm en peso seco, de ahí que en el presente ensayo no se presentan diferencias significativas en todas las etapas, siendo casi similar el contenido de Cu entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas durante las tres últimas etapas.

Sin embargo hay que destacar que el Cu desempeña funciones exclusivamente catalíticas, siendo parte de varias enzimas importantes como la polifenol oxidasa y el ácido ascórbico oxidasa, esta además presente en la plastocianina de los cloroplastos y es un componente importante del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis, procesos que se desarrollan con mayor intensidad durante la primera etapa de desarrollo que es el macollamiento alrededor de los 84 días, de ahí que el contenido de Cu en el presente ensayo varió considerablemente según la etapa fenológica del cultivo, iniciando con un alto contenido equivalente a 100 ppm a los 84 días y finalizando a los 210 días con un mínimo equivalente a 9 ppm en peso seco, lo cual concuerda con lo obtenido por Pérez (2011) al analizar el comportamiento de los nutrientes en clavel variedad Delphi donde el Cu en la primera etapa presenta un valor cercano a 100 mg/kg y desciende en la última etapa muy por debajo de 50 mg/kg. Además los resultados obtenidos concuerdan con lo establecido por Ortega (1997) quien manifiesta que un rango normal del contenido de Cu para clavel está entre 8 a 30 ppm.

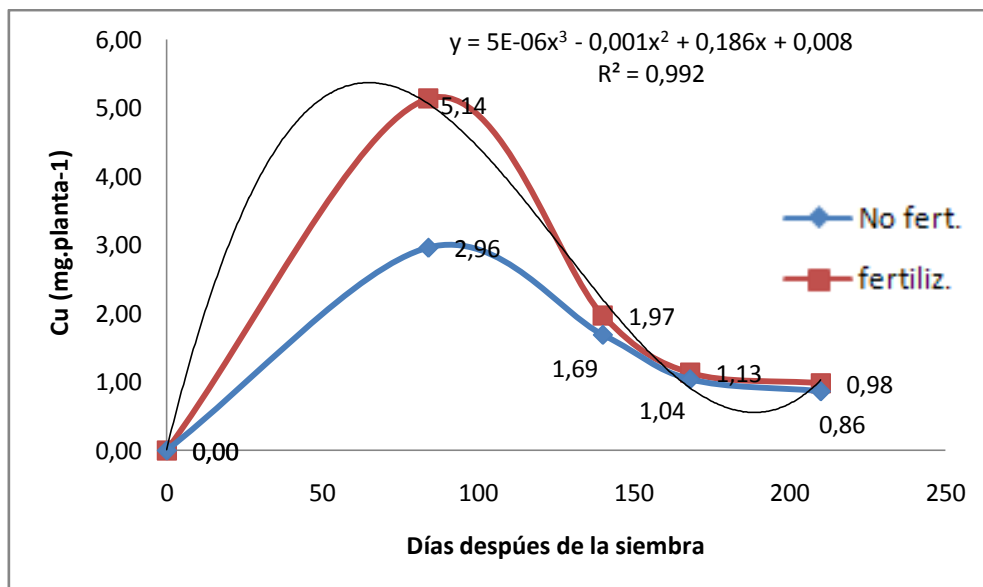


GRÁFICO 15. Curva de acumulación de cobre para Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

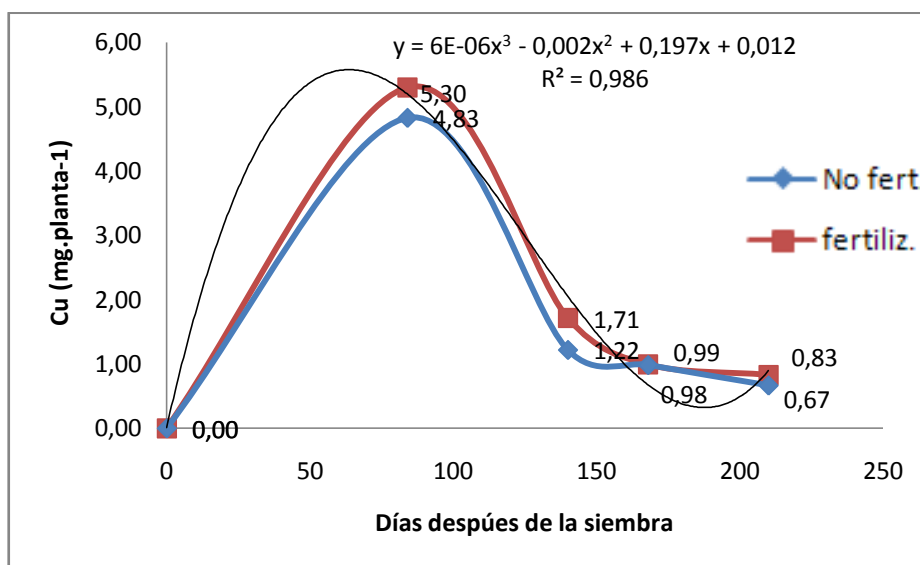


GRÁFICO 16. Curva de acumulación de cobre para Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.2.10. Boro

En el análisis de varianza para acumulación de Boro cuadro 30 se detecta significancia estadística para fertilización en la segunda y cuarta etapa de desarrollo es decir a los 140 y 210 días luego del trasplante, mientras que para variedades no se detecta significancia estadística en ninguna etapa.

El promedio general del ensayo fue a los 84 días de 2.614 kg/ha, a los 140 días de 3.489 kg/ha, a los 168 días fue de 3.911 kg/ha y a los 210 días fue de 4.269 kg/ha.

Los coeficientes de variación tipo a y b para las diferentes etapas fueron: a los 84 días 6.73 y 18.54%, a los 140 días 16.98 y 4.79%, a los 168 días 25.54 y 12.13%, y a los 210 días fueron de 13.88 y 12.59% respectivamente.

CUADRO 30. Análisis de varianza de acumulación de boro en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Boro			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	0.10	0.13	0.15	0.28
FERT	1	0.10	0.91*	1.11	3.26*
ERR a	3	0.03	0.35	1.00	0.35
VAR	1	0.22	0.05	0.19	0.48
FERT x VAR	1	0.06	0.17*	0.70	0.23
ERR b	6	0.24	0.03	0.23	0.29
TOTAL	15				
PROM (kg/ha)		2.614	3.489	3.911	4.269
CV a%		6.736	16.981	25.543	13.878
CVb %		18.545	4.796	12.128	12.593

Al detectar significancia estadística para fertilización a los 140 y 210 días se presenta el cuadro 31 de la prueba DMS al 5% donde se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el primero los tratamientos sin fertilización con un promedio de 3.250 y 3.818 kg/ha respectivamente y en el segundo los tratamientos con fertilización con un promedio de 3.727 y 4.720 kg/ha respectivamente, además para las épocas que no presentaron significancia se presentan los promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas.

Según Bidwel (1993), el B está presente en la mayoría de los suelos en pequeñas cantidades pero su disponibilidad es a menudo muy pobre porque está ligado muy estrechamente a complejos de la estructura del suelo. La absorción del B es muy baja en suelos con mucho calcio y el encalado tiende a reducir su absorción ya que el Ca induce al B a participar en complejos o a precipitar en el suelo, sin embargo de ello en el presente ensayo se detecta que la absorción de B es muy alta sobre todo en los tratamientos con fertilización pese a que estos suelos fueron encalados y además no se aplicó B en el fertirriego, este fenómeno se debe a la presencia de alto contenido de B en el agua utilizada para el riego, como se aprecia en el análisis de agua (anexo 4).



Según Ross (2000), para el B aún no se ha identificado ninguna función específica con seguridad, pero hay evidencias que participa en la síntesis de los ácidos nucleicos, y que es esencial para la división de los meristemos apicales y para la elongación de los tubos del polen. Un aporte inadecuado de B puede ocasionar trastornos relacionados con la desintegración de los tejidos internos produciendo “pudriciones del corazón” o “tallo roto”. Sin embargo de ello en el presente ensayo no se encontró ningún desorden de este tipo pese a que los contenidos foliares de B en el presente ensayo son elevados (200 ppm) en relación a lo mencionado por Ortega (1997) donde un rango normal se encuentra entre 40 a 80 y por sobre los 100 ppm es considerado exceso, además lo detectado por varios autores como White (1987), Pérez (2011), Fernández et al. (2006) detectaron contenidos de B alrededor de lo citado por Ortega como normal.

CUADRO 31. DMS al 5% y promedio de acumulación de boro para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Boro (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	2.534	3.250 A	3.647	3.818 A
f1	con fertilización	2.694	3.727 B	4.174	4.720 B
v1	Nelson	2.496	3.545	4.019	4.443
v2	Dakota	2.731	3.432	3.803	4.095

Al detectar significancia estadística para la interacción FxV a los 140 días se presenta el cuadro 32 con la prueba DMS al 5% en donde se aprecian tres rangos de significancia encontrándose en el primero f0v2 (Dakota, sin fertilización) con un promedio de 3.09 kg/ha y a la cola del último rango se encuentra f1v2 (Dakota, con fertilización) con un promedio de 3.78 kg/ha como la interacción que mayor cantidad de B acumuló.

CUADRO 32. Tukey al 5% y promedio de acumulación de boro para la interacción fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Boro (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	2.48	3.41 B	3.97	3.87
f0v2	sin fertilización, Dakota	2.59	3.09 A	3.33	3.76
f1v1	con fertilización, Nelson	2.52	3.68 BC	4.07	5.01
f1v2	con fertilización, Dakota	2.87	3.78 C	4.28	4.43

Al no detectar significancia estadística para variedades se presenta una sola curva de acumulación de B para las dos variedades, misma que presenta una tendencia cúbica y es la siguiente:  $y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.180x + 0.002$  con un  $R^2 = 0.999$ .

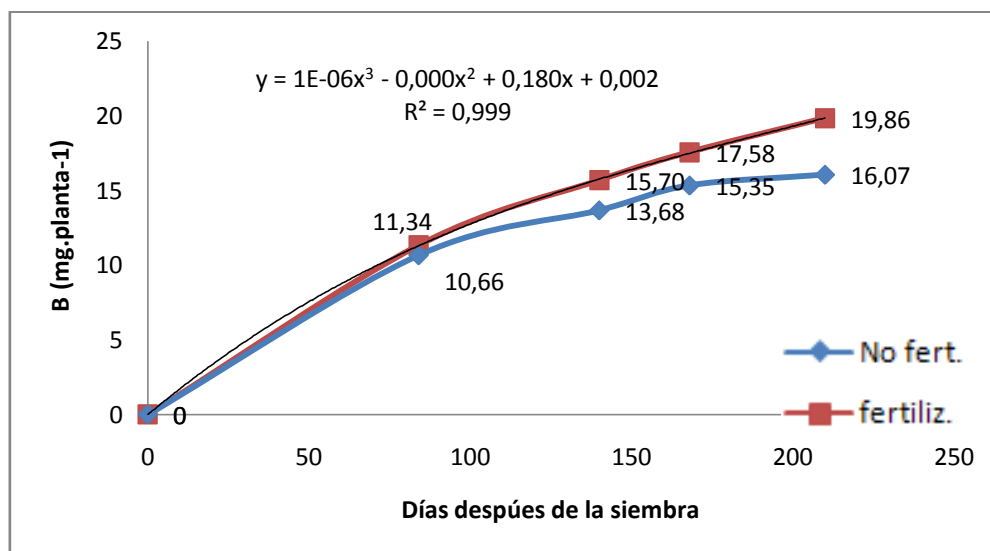


GRÁFICO 17. Curva de acumulación de boro para Nelson y Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el gráfico 17 se aprecia la dinámica del B mismo que en cada etapa de desarrollo se va incrementando su requerimiento hasta la última etapa en la que alcanza el más alto contenido de B como lo manifiesta Devlin (1982) el B es necesario en la etapa de floración; un síntoma de deficiencia en esta época no permite la formación de flores; en el caso de formarse o son deformes o caen, su deficiencia provoca, la muerte de ápices caulinares y radicales por lo que se le atribuye al B la diferenciación y desarrollo celular. Además la tendencia ascendente que presenta el contenido de B concuerda con lo obtenido por Fernández et al. (2006, quienes evidenciaron una evolución creciente de este elemento durante todo el ciclo del cultivo.

#### 4.2.11. Manganeseo

En el análisis de varianza para acumulación de Manganeseo cuadro 33 se detecta significancia estadística para fertilización en la primera, segunda y cuarta etapas de desarrollo; es decir, a los 84, 140 y 210 días luego del trasplante, mientras que para variedades se detecta significancia estadística en las tres últimas etapas.

El promedio general del ensayo fue a los 84 días de 0.638 kg/ha, a los 140 días de 0.559 kg/ha, a los 168 días fue de 0.659 kg/ha y a los 210 días fue de 0.537 kg/ha.

Los coeficientes de variación tipo a y b para las diferentes etapas fueron: a los 84 días 9.27 y 15.45%, a los 140 días 17.88 y 8.76 %, a los 168 días 33.93 y 21.27 %, y a los 210 días fueron de 13.03 y 15.21 % respectivamente.

CUADRO 33. Análisis de varianza de acumulación de manganeso en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		Manganeso			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
FV	GL				
REP	3	0.01	0.01	0.03	0.01
FERT	1	0.06*	0.17*	0.10	0.33*
ERR a	3	3.5E-03	0.01	0.05	4.9E-03
VAR	1	0.01	0.11*	0.17*	0.12*
FERT x VAR	1	0.01	6.2E-04	6.3E-06	0.01
ERR b	6	0.01	2.4E-03	0.02	0.01
TOTAL	15				
PROM(Kg/ha)		0.638	0.559	0.659	0.537
CV a%		9.27	17.88	33.93	13.03
CVb %		15.45	8.76	21.27	15.21

Al detectarse significancia estadística para fertilización en la primera, segunda y cuarta etapas de desarrollo se presenta la prueba DMS al 5% (cuadro 34) en donde se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el segundo las plantas fertilizadas como las que mayor acumulación de Mn presentaron. Para variedades se detectó significancia en la tercera y cuarta etapas y en la prueba DMS al 5% se presentan dos rangos de significancia en el segundo esta la variedad Nelson como la que mayor cantidad de Mn acumuló.

CUADRO 34. Promedio de acumulación de manganeso para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		Manganeso (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	0.576 A	0.466 A	0.581	0.392 A
f1	con fertilización	0.699 B	0.661 B	0.738	0.681 B
v1	Nelson	0.668	0.641	0.761 B	0.624 B
v2	Dakota	0.607	0.476	0.558 A	0.450 A

Al no detectar significancia estadística para la interacción FxV se presenta el cuadro 35 de promedios de acumulación de Mn en las diferentes etapas de desarrollo.

CUADRO 35. Promedio de acumulación de manganeso para la interacción fertilización por variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

ELEMENTO		Manganeso (kg/ha)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	0.63	0.55	0.68	0.45
f0v2	sin fertilización, Dakota	0.53	0.37	0.48	0.33
f1v1	con fertilización, Nelson	0.71	0.74	0.84	0.80
f1v2	con fertilización, Dakota	0.69	0.59	0.64	0.57

Al detectar diferencias significativas para variedades se presenta una curva de acumulación para cada variedad las mismas que presentan una tendencia cubica y son las siguientes: para Nelson  $y = 7E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.059x + 0.007$  con un  $R^2 = 0.989$  y para Dakota  $y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.069x + 0.008$  con un  $R^2 = 0.982$ .

La acumulación de Mn en las dos variedades presenta la misma dinámica de absorción tanto en las plantas fertilizadas como en las no fertilizadas pero la variedad Nelson absorbe mayor cantidad de Mn durante todas las etapas de desarrollo del cultivo.

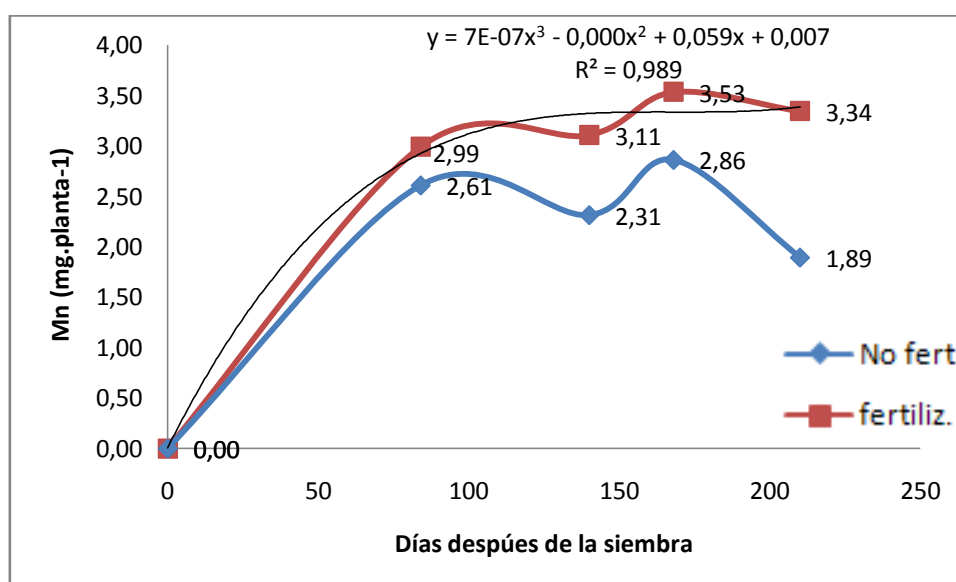


GRÁFICO 18. Curva de acumulación de manganeso para Nelson en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

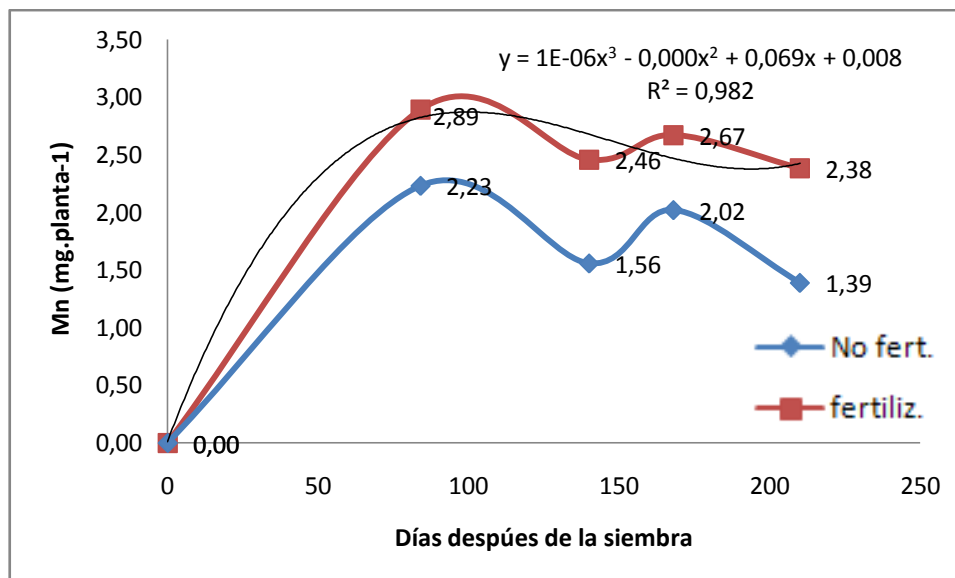


GRÁFICO 19. Curva de acumulación de manganeso para Dakota en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.3. DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN QUE LA PLANTA ALCANZA LA MÁXIMA ACUMULACIÓN DE UN NUTRIENTE

##### 4.3.1. Nitrógeno

De acuerdo a la no significancia estadística detectada para variedades se realizó una sola curva de acumulación de nitrógeno para las dos variedades misma que se aprecia en el cuadro 36 junto a su respectivo coeficiente de determinación que para el caso del nitrógeno es de 0.991, cabe señalar además que la tendencia que presentó el nitrógeno fue de tipo cúbica.

A partir de la curva de acumulación de N se obtuvo la ecuación de la velocidad de absorción con la cual se determinó el día de máxima absorción del elemento que fue a los 208 días posteriores al trasplante, y reemplazando este dato en la curva de acumulación se obtuvo además la cantidad de máxima absorción que fue de 3700 mg/planta (cuadro 37).

##### 4.3.1. Fósforo

A partir de la curva de acumulación de fosforo se obtuvo la ecuación de la velocidad de absorción con la cual se determinó el día de máxima absorción de P que fue a los 152 días posteriores al trasplante, y reemplazando este dato en la curva de acumulación se obtuvo además la cantidad máxima de absorción que fue de 252.03 mg/planta de P para la variedad Nelson y para la variedad Dakota el día de máxima absorción del elemento que fue a los 180 días posteriores al trasplante, y

reemplazando este dato en la curva de acumulación se obtuvo la cantidad máxima de absorción que fue de 238.80 mg/planta de K (cuadro 37).

CUADRO 36. Ecuaciones de absorción y coeficientes de determinación para nutrientes en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Elemento	Variedades	Ecuación de absorción de nutrientes	Coefficiente de determinación
N	Nelson y Dakota	$y = 0.001x^3 - 0.419x^2 + 44.23x - 6.497$	$R^2 = 0.991$
P	Nelson	$y = 7E-05x^3 - 0.032x^2 + 4.902x + 0.432$	$R^2 = 0.994$
	Dakota	$y = 6E-05x^3 - 0.029x^2 + 4.602x + 0.079$	$R^2 = 0.999$
K	Nelson y Dakota	$y = 0.000x^3 - 0.105x^2 + 31.02x + 7.884$	$R^2 = 0.984$
Ca	Nelson	$y = 0.000x^3 - 0.107x^2 + 17.44x - 0.273$	$R^2 = 0.999$
	Dakota	$y = 0.000x^3 - 0.097x^2 + 16.24x - 2.258$	$R^2 = 0.994$
Mg	Nelson	$y = 6E-05x^3 - 0.030x^2 + 5.840x + 0.416$	$R^2 = 0.997$
	Dakota	$y = 8E-05x^3 - 0.035x^2 + 5.843x - 0.074$	$R^2 = 0.999$
S	Nelson	$y = 1E-05x^3 - 0.007x^2 + 1.266x + 0.044$	$R^2 = 0.999$
	Dakota	$y = 2E-05x^3 - 0.010x^2 + 1.605x + 0.045$	$R^2 = 0.999$
Zn	Nelson y Dakota	$y = 4E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.035x + 0.001$	$R^2 = 0.999$
Fe	Nelson y Dakota	$y = 9E-06x^3 - 0.004x^2 + 0.693x - 0.062$	$R^2 = 0.991$
Cu	Nelson	$y = 5E-06x^3 - 0.001x^2 + 0.186x + 0.008$	$R^2 = 0.992$
	Dakota	$y = 6E-06x^3 - 0.002x^2 + 0.197x + 0.012$	$R^2 = 0.986$
B	Nelson y Dakota	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.180x + 0.002$	$R^2 = 0.999$
Mn	Nelson	$y = 7E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.059x + 0.007$	$R^2 = 0.989$
	Dakota	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.069x + 0.008$	$R^2 = 0.982$

#### 4.3.2. Potasio

Al no encontrar significancia estadística para variedades se realizó una sola curva de acumulación de K para las dos variedades de clavel. La tendencia que presentó el potasio fue cuadrática misma que se aprecia en el cuadro 36, el coeficiente de determinación fue de 0.984.

Para el potasio la máxima absorción se presentó a los 147 días posteriores al trasplante y fue de 2298.90 mg/planta de K.

### 4.3.3. Calcio

En el análisis de varianza para Calcio se detectó significancia estadística para variedades por lo que se presentan las curvas de acumulación de calcio para cada variedad. La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, los coeficientes de determinación fueron de 0.999 y 0.994 respectivamente.

Para el calcio la variedad Nelson presentó una máxima absorción de 1125.76 mg/planta de Ca a los 140 días posteriores al trasplante, y para la variedad Dakota presentó una máxima acumulación de 820 mg/planta de Ca a los 84 días posteriores al trasplante (cuadro 37).

CUADRO 37. Ecuación de la velocidad de absorción, en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Elemento	Variedades	Ecuación de la velocidad de absorción	Día de máxima absorción	Cantidad de máx. absorción (mg/pt)
N	Nelson y Dakota	$y' = 0.003x^2 - 0.838x + 44.23$	208	3700.00
P	Nelson	$y' = 0.00021x^2 - 0.064x + 4.902$	152	252.03
	Dakota	$y' = 0.00018x^2 - 0.058x + 4.602$	180	238.80
K	Nelson y Dakota	$y' = -0.21x + 31.02$	147	2298.90
Ca	Nelson	$y' = -0.214x + 17.44$	140	1125.76
	Dakota	$y' = -0.194x + 16.24$	84	820.00
Mg	Nelson	$y' = 0.00018x^2 - 0.06x + 5.84$	194	442.38
	Dakota	$y' = 0.00024x^2 - 0.07x + 5.843$	283	663.59
S	Nelson	$y' = 0.00003x^2 - 0.014x + 1.266$	123	68.47
	Dakota	$y' = 0.00006x^2 - 0.02x + 1.605$	198	81.04
Zn	Nelson y Dakota	$y' = 0.0000012x^2 + 0.035$	171	7.98
Fe	Nelson y Dakota	$y' = 0.000027x^2 + 0.008x + 0.693$	Indeterminado	---
Cu	Nelson	$y' = 0.000015x^2 - 0.002x + 0.186$	67	9.48
	Dakota	$y' = 0.000018x^2 - 0.004x + 0.197$	74	6.06
B	Nelson y Dakota	$y' = 0.000003x^2 + 0.180$	245	58.81
Mn	Nelson	$y' = 0.0000021x^2 + 0.059$	168	12.95
	Dakota	$y' = 0.000003x^2 + 0.069$	152	14.00

#### **4.3.4. Magnesio**

En el análisis de varianza para Magnesio se detectó significancia estadística para variedades a los 194 y 283 días luego del trasplante, por lo que se presentan las curvas de acumulación de magnesio para cada variedad. La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, los coeficientes de determinación fueron de 0.997 y 0.999 respectivamente.

El día de máxima absorción de magnesio fue a los 194 días posteriores al trasplante y la cantidad de máxima de absorción fue de 442.38 mg/planta de Mg para la variedad Nelson, mientras que para la variedad Dakota la cantidad de máxima absorción fue de 663.59 mg/planta de Mg a los 283 días posteriores al trasplante.

#### **4.3.5. Azufre**

En el análisis de varianza para Azufre se detectó significancia estadística para variedades a los 140 días luego del trasplante, por lo que se presentan las curvas de acumulación de azufre para cada variedad. La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, los coeficientes de determinación fue de 0.999 para las dos variedades.

El día de máxima absorción de azufre fue a los 123 días posteriores al trasplante y la cantidad de máxima de absorción fue de 68.47 mg/planta de S para la variedad Nelson, mientras que para la variedad Dakota la cantidad de máxima absorción fue de 81.04 mg/planta de S a los 198 días posteriores al trasplante.

#### **4.3.6. Zinc**

Al no encontrar significancia estadística para variedades en zinc se presenta una sola curva de acumulación para las dos variedades de clavel. La tendencia que presentó el zinc fue cubica misma que se aprecia en el cuadro 36, el coeficiente de determinación fue de 0.999.

La cantidad de máxima absorción para zinc fue de 7.98 mg/planta de Zn a los 171 días posteriores al trasplante.

#### **4.3.7. Hierro**

En el análisis de varianza para hierro se detectó significancia estadística para variedades a los 84 días luego del trasplante, se presenta la curvas de acumulación de hierro para las dos variedades.



La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, el coeficientes de determinación fue de 0.991.

El día de máxima absorción de hierro no pudo ser calculado ya que al reemplazar los datos en la ecuación se obtiene un resultado indeterminado, por lo que la cantidad de máxima absorción tampoco se pudo determinar.

#### **4.3.8. Cobre**

Del análisis de varianza para cobre se observó significancia estadística para variedades a los 84, 140 y 220 días luego del trasplante, por lo que se presentan las curvas de acumulación de cobre para cada variedad. La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, los coeficientes de determinación fueron de 0.992 y 0.986 respectivamente.

La máxima absorción de cobre fue a los 67 días posteriores al trasplante y la cantidad de máxima absorción fue de 9.48 mg/planta de Cu para la variedad Nelson, y para la variedad Dakota la cantidad de máxima absorción fue de 6.06 mg/planta de Cu a los 74 días posteriores al trasplante.

#### **4.3.9. Boro**

El elemento boro no presentó significancia estadística para variedades por lo que se presenta una sola curva de acumulación de boro para las dos variedades. La tendencia que presentó este elemento fue cúbica como se observa en el cuadro 36. El coeficiente de determinación fue de 0.999. La cantidad de máxima absorción para las dos variedades fue de 58.81 mg/planta a los 245 días posteriores al trasplante.

#### **4.3.10. Manganeso**

Manganeso presentó en el análisis de varianza, significancia estadística para variedades a los 140 y 168 días luego del trasplante, por lo que se presentan las curvas de acumulación de manganeso para cada variedad. La tendencia que presentaron los datos fue cúbica como se aprecia en el cuadro 36, los coeficientes de determinación fueron de 0.989 y 0.982 respectivamente.

El día de máxima absorción de manganeso para la variedad Nelson fue a los 168 días posteriores al trasplante y la cantidad de máxima de absorción fue de 12.95 mg/planta y para la variedad Dakota la cantidad de máxima absorción fue de 14 mg/planta a los 152 días posteriores al trasplante.

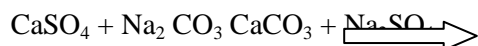
#### 4.4. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LOS FERTILIZANTES

La eficiencia en el uso de los fertilizantes se calculó a partir de los datos de las curvas de absorción tanto en plantas fertilizadas y no fertilizadas, aplicando la siguiente fórmula:  $EUF = (QNPF - QNPT)/QNA$  donde, EUF es la eficiencia de utilización del fertilizante; QNPF es la cantidad de nutriente en las parcelas fertilizadas; QNPT es la cantidad de nutriente en las parcelas testigo y QNA es la cantidad de nutriente aplicado. Tomado de (Calvache, 2007).

En el cuadro 38 se presenta la eficiencia de utilización de los fertilizantes calculada a partir de los datos obtenidos en las curvas de acumulación de nutrientes para los macro y micronutrientes estudiados.

Los macro nutrientes como son el N, P y K presentan eficiencias relativamente bajas lo cual se debe probablemente al tipo de suelo del ensayo que es arenoso como lo menciona Prado L. (1997) en estos suelos la eficiencia en el uso de aplicación del fertirriego es bajo cuando no se aplica un buen diseño de riego tomando en consideración las características de suelo.

Al determinar la eficiencia del Ca en las dos variedades se ha considerado lo aplicado vía fertirriego y lo aportado como enmienda pues como se aprecia en los análisis de suelo y agua (Anexo 4) el suelo es arenoso con un buen contenido de Na y el agua de riego posee altos contenidos de B es así que en la empresa se realiza normalmente previa la siembra una enmienda con sulfato de calcio dihidratado ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ya que como manifiesta Magra (2003), este actúa formando complejos con el Boro elemento tóxico en exceso, disminuyendo su concentración, además su principal utilización ha sido tradicionalmente como corrector químico de suelos sódicos, o como mejorador de la estabilidad de la estructura del suelo así, un suelo sódico que no posee calcio en forma de carbonato o este es escaso, necesariamente debe incorporársele alguna enmienda que contenga calcio, y la reacción que ocurre en el suelo cuando se incorpora calcio como yeso es la siguiente:



Alcalino precipita neutro

Las reacciones que se producen en el suelo pasan por la incorporación del calcio a la partícula adsorbente y la liberación del sodio a la solución.

De esta forma si se agrega yeso a un suelo sódico, el suelo se transformará en cálcico y se formará sulfato de sodio que luego se lixivia con un lavado. Sin embargo las eficiencias obtenidas de 25.23 y 35.63% para las variedades Nelson y Dakota no son muy bajas, tomando en cuenta que los fertilizantes sólidos utilizados como enmiendas poseen bajas eficiencias.

La eficiencia del Mg de 14.74 y 24.64% para las variedades Nelson y Dakota se considera baja y se debe a las características físicas y químicas del suelo pues las eficiencias vía fertirriego son bajas en suelos arenosos.

CUADRO 38. Eficiencia de utilización del fertilizante, en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Elemento	Variedades	Eficiencia Ut. Fert. %	
		Calculado	Establecido *
N	Nelson y Dakota	41.54	80
P	Nelson	20.08	60
	Dakota	23.02	
K	Nelson y Dakota	23.21	75
Ca	Nelson	25.23	60
	Dakota	35.63	
Mg	Nelson	14.73	70
	Dakota	24.64	
S	Nelson	0.06	70
	Dakota	4.93	
Zn	Nelson y Dakota	-2.03	50
Fe	Nelson y Dakota	85.43	50
Cu	Nelson	1.39	50
	Dakota	2.78	
B	Nelson y Dakota	—	50
Mn	Nelson	3.90	50
	Dakota	2.67	

\*Román 1997 (Fertirrigación)

La eficiencia en el azufre es un caso particular pues la eficiencia calculada para la variedad Dakota se encuentra dentro de los parámetros normales, sin embargo para la variedad Nelson se detectaron ciertas incongruencias en la curva de acumulación por lo que se atribuye este resultado a algún error de tipo experimental. Sin embargo la variedad Dakota presenta un buen modelo de curva y su eficiencia es de 4.93% considerada baja, debido a que para su cálculo se tomó en cuenta el S aportado por la enmienda de Yeso agrícola mismo que según Magra G. 2003 aporta una considerable cantidad de sulfato el cual en el suelo entre otras reacciones formará sulfato de sodio que luego se lixivia con un lavado, perdiendo de esta forma una buena cantidad de S aportado al suelo.

La eficiencia para el Zn no se pudo determinar ya que al realizar la curva de acumulación se detectó que las parcelas que no fueron fertilizadas presentaron mayor contenido de Zn que las fertilizadas por un posible efecto de bloqueo con el Ca o el P, como se menciona en el capítulo de curvas de absorción. La eficiencia de Fe de 85.43% para las dos variedades es considerada muy buena, pues presenta un alto porcentaje.

La eficiencia del Cu y Mn es muy baja lo cual se debe probablemente a que pese a que la planta requiere estos elementos en muy baja cantidad se le está aplicando en exceso y la planta asimila solo lo que requiere, ya que tampoco se presentó síntomas de deficiencia de los mismos.

El B no se aplicó en la fertilización pues se conoce que en el agua de riego existe una alta cantidad de este elemento, por lo que es innecesaria su aplicación, ya que incluso en ocasiones se presentan excesos.

#### 4.5. ALTURA DE LA PLANTA

Del análisis de varianza para altura de planta (cuadro 39) se observa significancia estadística para: Fertilización en la primera, segunda y cuarta etapas de desarrollo y para variedades únicamente en la segunda etapa. Los promedios generales resultaron ser de 23.59, 34.00, 75.77 y 79.44 cm de altura para cada etapa respectivamente y los coeficientes de variación tipo a y b fueron 4.28 y 2.21 % primera etapa, 3.85 y 3.71 % segunda etapa, 3.46 y 4.09 % tercera etapa, y 2.92 y 3.67 cuarta etapa de desarrollo, mismos que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 39. Análisis de varianza para altura de planta en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

F de V	GL	Altura de planta			
		84 días	140 días	168 días	210 días
REP	3	1.79	0.82	6.45	11.40
FERT	1	12.91*	117.67*	29.43	473.06*
ERR a	3	1.02	1.72	6.88	5.40
VAR	1	5.1E-04	16.42*	0.18	39.06
FERT x VAR	1	0.32	1.70	45.23	0.56
ERR b	6	0.27	1.59	9.61	8.48
TOTAL	15				
PROM (cm)		23.59	34.00	75.77	79.44
CV a%		4.28	3.85	3.46	2.92
CVb %		2.21	3.71	4.091	3.67

Al detectar diferencias significativas para fertilización en la primera, segunda y cuarta etapas se presenta el cuadro 40 de la prueba DMS al 5% en donde se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el primero los tratamientos sin fertilización y en el segundo los tratamientos con fertilización como los que produjeron plantas con mayor altura, que era justamente lo esperado pues como lo manifiestan varios autores, el suelo es un medio físico, químico y biológico del cual depende toda la vida del planeta, sin embargo la fertilidad del suelo no siempre es completa de acuerdo a los requerimientos de cada cultivo por lo que se hacen imprescindibles las recomendaciones de fertilización que son esfuerzos científicos con el único fin de alcanzar altos rendimientos, dentro de una agricultura económicamente rentable y físicamente sostenible.

Además se observa en los resultados obtenidos que por ser el suelo donde se instaló el ensayo un suelo donde se ha venido cultivando de una manera racional y equilibrada el mismo cultivo, este contó con ciertos remanentes de las anteriores siembras, por lo que incluso en la tercera etapa de desarrollo del cultivo no se aprecian diferencias significativas pero si matemáticas, que concuerdan con lo mencionado.

CUADRO 40. DMS al 5% de altura de planta para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

F de V	Descripción	Altura de planta (cm)			
		84 días	140 días	168 días	210 días
f0	sin fertilización	22.690 A	31.288 A	74.413	74.00 A
f1	con fertilización	24.485 B	36.710 B	77.125	84.88 B
v1	Nelson	23.590	32.986 A	75.663	81.00
v2	Dakota	23.580	35.010 B	75.875	77.88

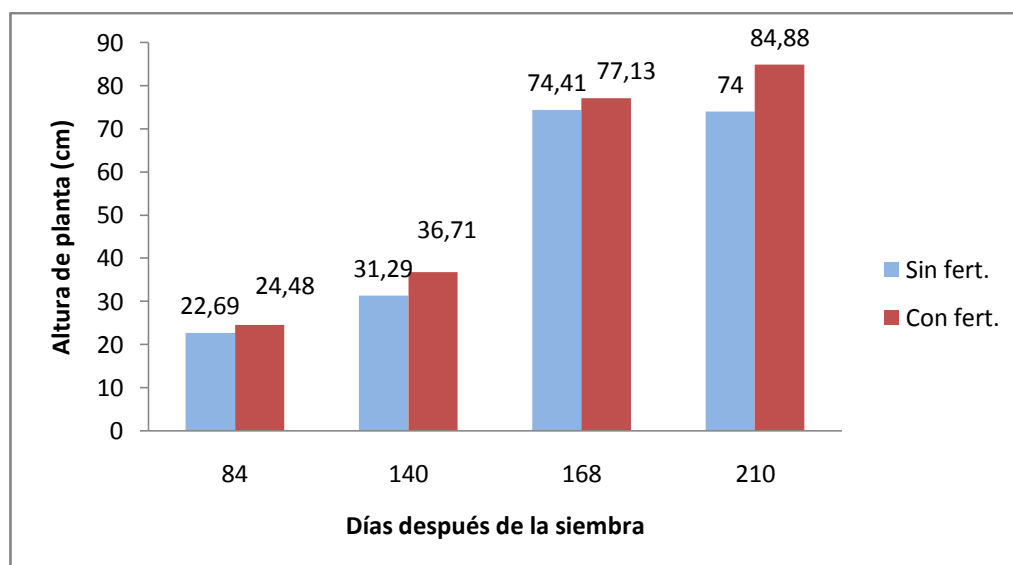


GRÁFICO 20. Altura de planta para fertilización en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

En el gráfico 20 se aprecia claramente la diferencia de altura entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas, misma que es predominante en la última etapa de desarrollo.

CUADRO 41. Promedio de altura de planta para la interacción FxV en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

ELEMENTO		Altura de planta (cm)			
ETAPAS		84 días	140 días	168 días	210 días
f0v1	sin fertilización, Nelson	22.84	30.60	72.63	75.75
f0v2	sin fertilización, Dakota	22.54	31.98	75.55	72.25
f1v1	con fertilización, Nelson	24.35	35.37	78.70	86.25
f1v2	con fertilización, Dakota	24.62	38.05	76.20	83.50

#### 4.6. TOTAL DE TALLOS COSECHADOS

En el análisis de varianza para número de tallos por planta (cuadro 42) se observa significancia estadística para fertilización el promedio general fue 4.21 tallos/planta y los coeficientes de variación tipo a y b fueron 20.29 y 19.03 % que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 42. Análisis de varianza de Numero de tallos por planta y longitud de tallos en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

F de V	GL	No. Tallos/planta	Long. Tallos 65 a 75 cm
REP	3	0.05	224.12
FERT	1	4.00*	5028.94*
ERR a	3	0.73	224.12
VAR	1	0.70	154.13
FERT x VAR	1	0.45	154.13
ERR b	6	0.64	61.35
TOTAL	15		
PROM		4.21	82.271
CV a%		20.29	18.19
CVb %		19.03	9.52

Al detectar significancia estadística para fertilización se observa en el cuadro 43 y gráfico 20 las diferencias significativas entre lo fertilizado y no fertilizado ya que se presentan dos rangos de significancia encontrándose en el primero los tratamientos no fertilizados con un promedio de 3.709 tallos/planta y en el segundo los tratamientos fertilizados con un promedio de 4.709 tallos/planta. Esta variable es muy importante ya que involucra la productividad, el resultado obtenido indica que al fertilizar correctamente se incrementa un tallo de producción por planta y multiplicando por las 237 600 plantas que van en una hectárea son 237 600 tallos de incremento en cada hectárea.

CUADRO 43. DMS al 5% para número de tallos por planta y longitud de tallos para fertilización y variedades en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

F de V	Descripción	No. Tallos/planta	Long. Tallos 65 a 75 cm
f0	sin fertilización	3.709 A	64.543 A
f1	con fertilización	4.709 B	100.00 B
v1	Nelson	4.417	79.168
v2	Dakota	4.000	85.375

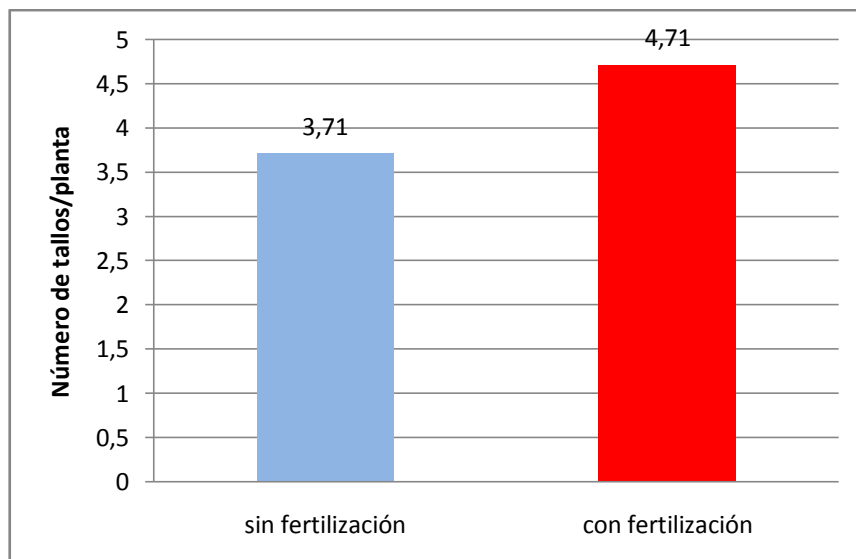


GRÁFICO 21. Número de tallos por planta para fertilización en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Al no detectar diferencias significativas para la interacción FxV se presenta el cuadro de promedios cuadro 44 donde se aprecian las diferencias matemáticas.

CUADRO 44. Promedio de número de tallos por planta y longitud de tallos para la interacción FxV en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

F de V	Descripción	No. Tallos/planta	Long. Tallos 65 a 75 cm
f0 v1	sin fertilización, Nelson	4.09	58.34
f0 v2	sin fertilización, Dakota	3.33	70.75
f1v1	con fertilización, Nelson	4.75	100.00
f1v2	con fertilización, Dakota	4.67	100.00

#### 4.7. PORCENTAJE DE TALLOS SELECTO

En el análisis de varianza para porcentaje de tallos selecto (cuadro 42) se observa significancia estadística para fertilización el promedio general fue 82.27 % de tallos selecto y los coeficientes de variación tipo a y b fueron 18.19 y 9.52 % que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

En el cuadro 43 y gráfico 22 se aprecian las diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados y no fertilizados, pues se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el



primero los tratamientos no fertilizados con un promedio de 64.54 % de tallos selectos, mientras que los tratamientos con fertilización se encuentran en el segundo rango con un promedio de 100.00 % de tallos selectos, es decir al fertilizar como es lógico pensar se obtiene buena calidad de tallos, mismo que repercute en la rentabilidad.

Al no detectar diferencias significativas en el porcentaje de tallos selectos para variedades se presenta en el cuadro 43 los promedios, similar situación ocurre con la interacción FxV para la que se presenta el cuadro 44 de promedios en donde se aprecian las diferencias de tipo matemáticas.

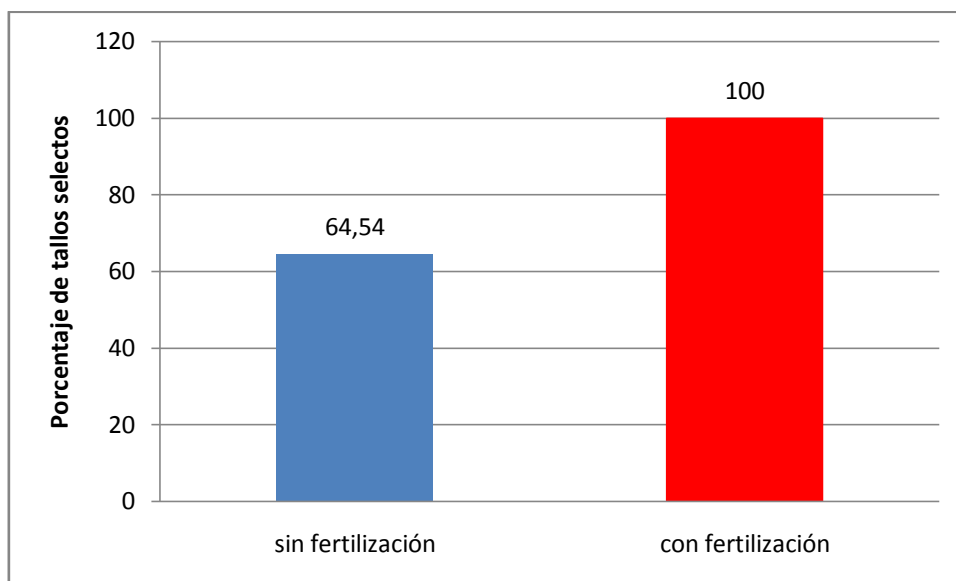


GRÁFICO 22. Porcentaje de tallos selectos para fertilización en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

#### 4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

A partir de los datos del número de tallos y la longitud de los tallos obtenidos en los tratamientos fertilizados y no fertilizados se realizó el cálculo de la relación Beneficio/costo, donde al determinar el beneficio neto se observa que al no fertilizar las plantas de clavel se tiene una pérdida de 4865.57 dólares, mientras que al fertilizar con todos los nutrientes requeridos por las plantas basado en el plan propuesto (anexo 2) se obtiene un beneficio neto de 26383.50 dólares durante los 7 meses que permaneció el ensayo y que fue la conclusión del primer ciclo productivo.

CUADRO 45. Relación beneficio costo para los tratamientos fertilizados y no fertilizados en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Descripción	Rend medio/ha Select	Rend ajust 5%	Rend medio/ha Fancy	Rend ajust 5%	Benef bruto usd/ha	Tot. Costos que varían	Beneficio Neto USD/ha
Sin Fertilizac.	526775.50	500436.73	289424.50	274953.28	110809.43	115675.00	-4865.57
Con Fertilizac.	1036200.00	984390.00	0.00	0.00	147658.50	121275.00	26383.50

Diciembre 2011

La tasa beneficio incremental/ costo incremental (Bi/Ci) propuesta por Calvache (2002) indica que:

$$\frac{Bi}{Ci} = \frac{147658,5 - 110809,43}{121275,0 - 115675} = \frac{36849,07}{5600,00} = 6,58$$

Y que por cada dólar invertido en la tecnología de fertilización, se recupera el dólar y se obtiene una rentabilidad del 0,56 %.

## 5. CONCLUSIONES

- 5.1. En el cuadro adjunto se detalla la acumulación de cada elemento para las diferentes etapas; todos los elementos presentaron mayor absorción en los tratamientos fertilizados a excepción del Zinc.

CUADRO 46 Ecuación de la velocidad de absorción, en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Nutr.	Variedades	Acumulación de nutrientes mg/planta				Ecuación de absorción de nutrientes	Día de máx. absor.	Cant. de máx. absor. (mg/pl)
		84 días	140 días	168 días	210 días			
MS	Nelson y Dakota	65538.00	79925.00	86363.00	102700.00			
N	Nelson y Dakota	1527.14	1990.18	2075.75	3810.93	$y = 0.001x^3 - 0.419x^2 + 44.23x - 6.497$	208	3700.00
P	Nelson	228.84	231.68	251.09	243.80	$y = 7E-05x^3 - 0.032x^2 + 4.902x + 0.432$	152	252.03
	Dakota	215.80	234.72	238.09	243.23	$y = 6E-05x^3 - 0.029x^2 + 4.602x + 0.079$	180	238.80
K	Nelson y Dakota	2003.24	2384.65	2981.72	2886.78	$y = 0.000x^3 - 0.105x^2 + 31.02x + 7.884$	147	2298.90
Ca	Nelson	874.09	1125.76	1241.96	1562.78	$y = 0.000x^3 - 0.107x^2 + 17.44x - 0.273$	140	1125.76
	Dakota	810.67	1145.81	1171.60	1573.01	$y = 0.000x^3 - 0.097x^2 + 16.24x - 2.258$	84	820.00
Mg	Nelson	313.14	368.68	408.26	423.18	$y = 6E-05x^3 - 0.030x^2 + 5.840x + 0.416$	194	442.38
	Dakota	291.97	359.94	382.37	446.64	$y = 8E-05x^3 - 0.035x^2 + 5.843x - 0.074$	283	663.59
S	Nelson	63.57	70.72	72.61	69.63	$y = 1E-05x^3 - 0.007x^2 + 1.266x + 0.044$	123	68.47
	Dakota	74.39	80.99	84.68	90.74	$y = 2E-05x^3 - 0.010x^2 + 1.605x + 0.045$	198	81.04
Zn	N y Dk no fert	1.82	2.11	2.28	2.38	$y = 4E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.035x + 0.001$	171	7.98
Fe	Nelson y Dakota	30.34	32.58	26.70	24.59	$y = 9E-06x^3 - 0.004x^2 + 0.693x - 0.062$	Indet.	---
Cu	Nelson	5.14	1.97	1.13	0.98	$y = 5E-06x^3 - 0.001x^2 + 0.186x + 0.008$	67	9.48
	Dakota	5.30	1.71	0.99	0.83	$y = 6E-06x^3 - 0.002x^2 + 0.197x + 0.012$	74	6.06
B	Nelson y Dakota	11.34	15.70	17.58	19.86	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.180x + 0.002$	245	58.81
Mn	Nelson	2.99	3.11	3.53	3.34	$y = 7E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.059x + 0.007$	168	12.95
	Dakota	2.89	2.46	2.67	2.38	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.069x + 0.008$	152	14.00

- 5.2. Los requerimientos nutricionales del N, K, Zn, Fe y B entre las variedades Nelson y Dakota es similar en todas las épocas de desarrollo, mientras que los otros nutrientes sí presentan diferencias en su requerimiento al menos en una etapa de desarrollo, además el Cu es el único elemento que presentó diferencias estadísticas en casi todas las etapas de desarrollo entre las dos variedades.
- 5.3. El plan de fertilización propuesto da una tasa (beneficio/costo) incremental de 6.58, lo que indica que por cada dólar invertido se recupera el dólar y se obtiene una rentabilidad del 0.558 %.

## 6. RECOMENDACIONES

- 6.1. Aplicar los fertirriegos tomando muy en cuenta las cantidades de los diferentes nutrimentos que requiere el cultivo de clavel en las diferentes etapas de desarrollo e, incluso programar las siembras de tal forma que se pueda agrupar a las variedades que tienen similares requerimientos nutricionales, para facilitar el fertirriego.
- 6.2. A continuación se presenta la recomendación de fertirriego para cada elemento, para lo cual se ha dividido en dos fórmulas de fertirriego de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo según la etapa de desarrollo. Además se deben hacer cuatro aplicaciones en la semana en lugar de tres para mejorar la eficiencia ya que estos suelos son arenosos.

CUADRO 47 Propuesta para fertirriego Kg/ha, en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

Elemen.	Recomendación kg/ha/ciclo	Propuesta para fertirriego kg/ha	
		1ra 105 días	2da. 210 días
N	650.00	300.00	350.00
P	40.00	30.00	10.00
K	450.00	250.00	200.00
Ca	393.63	190.00	203.63
Mg	40.00	15.00	25.00
S	100.00	50.00	50.00
Zn	0.00	0.00	0.00
Fe	2.89	1.44	1.45
Cu	0.30	0.20	0.10
B	0.00	0.00	0.00
Mn	1.58	0.79	0.79

- 6.3. Aumentar el porcentaje de materia orgánica del suelo a un 3% o más ya que esta ayudara a mejorar las condiciones físicas y fisicoquímicas del terreno en mención por consiguiente se mantendrán disponibles por mayor tiempo los elementos a nivel de la zona radicular y para las plantas y así poder incrementar la eficiencia de los mismos, ya que éste es un suelo extremadamente arenoso.

## 7. RESUMEN

El ensayo, “Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en las variedades de clavel Nelson y Dakota”, se evaluó en la empresa florícola “AGRORAB”, que se encuentra en la localidad Patoa de Quevedo, Parroquia Pujilí, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi (Ecuador) ubicada a  $00^{\circ} 57' 12''$  de latitud Sur y a  $78^{\circ} 42' 28''$  de longitud Oeste a una altitud de 2890 m.s.n.m. Los objetivos planteados fueron:

- Determinar la acumulación de nutrientes en las variedades de clavel, Nelson y Dakota.
- Establecer las diferencias en las necesidades nutricionales en las dos variedades de clavel.
- Desarrollar un plan de fertilización para el manejo de la nutrición de las dos variedades de clavel.

Los factores en estudio fueron: A. Planes de Fertilización (Testigo sin fertilización, Plan de fertilización propuesto); B. Variedades de clavel (Nelson, Dakota). Se utilizó un diseño de parcela dividida con cuatro repeticiones, para cada etapa de desarrollo (84, 140, 168 y 210 días), en la parcela grande se ubicó los planes de fertilización y en la subparcela las variedades.

Se calculó para cada variable: El análisis de varianza para establecer la diferencia entre tratamientos y los coeficientes de variación para determinar la veracidad de la información y se aplicó pruebas de significancia de Tukey o DMS al 5% para las variables que presentaron diferencias significativas. Además se realizó las curvas de acumulación de materia seca (MS) y nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Cu, B, Mn) a partir de las cuales se estableció la ecuación de absorción de nutrientes, el coeficiente de determinación, la ecuación de la velocidad de absorción, el día de máxima absorción, la cantidad de máxima absorción y la eficiencia en el uso de los fertilizantes.

Las variables evaluadas fueron: Acumulación de Materia seca (MS), acumulación de nutrientes, edad y cantidad de máxima absorción de nutrientes, eficiencia en el uso de los fertilizantes,

Altura de planta, tallos cosechados, porcentaje de tallos categoría selecto y análisis económico.

En la acumulación de MS se detectaron diferencias significativas únicamente para fertilización en las cuatro etapas de desarrollo: el promedio general fue de 59.85, 71.84, 78.49 y 90.61 g/planta respectivamente para cada etapa de desarrollo.

Los análisis de varianza de los nutrientes presentaron diferencias significativas para fertilización durante las cuatro etapas de desarrollo en N, P, K, Mg y S; en Ca en las tres últimas etapas; en Fe en las dos últimas etapas; en el Cu en las dos primeras; en el B en la primera y cuarta; y en el manganeso en la primera, segunda y cuarta etapas de desarrollo.

Para variedades se presentaron diferencias significativas para la tercera etapa en P; para la segunda en Ca; para la primera y tercera en Mg; para la segunda en S; para la primera, segunda y cuarta en Cu; y para Mn en las tres últimas etapas de desarrollo.

En la interacción Fertilización por variedades se detectó diferencias significativas en la segunda etapa en Ca; en la cuarta en S; en la primera y segunda en Fe; y en la segunda etapa en B.

La eficiencia, la cantidad y edad de máxima absorción de los nutrientes por la planta para cada variedad se muestran en el cuadro 46 que se presenta a continuación.

La altura de planta en su análisis de varianza presentó diferencias significativas para fertilización durante la primera, segunda y cuarta etapas, y para variedades únicamente en la segunda etapa, los promedios generales fueron 23.59, 34.00, 75.77, 79.44 cm respectivamente para cada etapa.

CUADRO 48 Eficiencia, cantidad y edad de máxima absorción de los nutrientes en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Nutr.	Variedades	Día de máx. absor.	Cant. de máx. absor. (mg/pl)	Eficiencia (%)
N	Nelson y Dakota	208	3700.00	41.54
P	Nelson	152	252.03	20.08
	Dakota	180	238.80	23.02
K	Nelson y Dakota	147	2298.90	23.21
Ca	Nelson	140	1125.76	25.23
	Dakota	84	820.00	35.63
Mg	Nelson	194	442.38	14.73
	Dakota	283	663.59	24.64
S	Nelson	123	68.47	0.06
	Dakota	198	81.04	4.93
Zn	N y Dk no fert	171	7.98	-2.03
Fe	Nelson y Dakota	Indet.	---	85.43
Cu	Nelson	67	9.48	1.39
	Dakota	74	6.06	2.78
B	Nelson y Dakota	245	58.81	---
Mn	Nelson	168	12.95	3.9
	Dakota	152	14.00	2.67

El análisis de varianza del total de tallos cosechados y porcentaje de tallos categoría selecto presentaron significancia estadística únicamente para fertilización, los promedios generales fueron: 4.21 tallos/planta y 82.27 % respectivamente.

Al realizar el análisis económico se detectó un beneficio neto de -4865.57 USD/ha al no fertilizar y de 26383.50 USD/ha al fertilizar con el plan propuesto, obteniendo una relación beneficio incremental/costo incremental de 6.58 y una rentabilidad de 0.558 %.

Cumpliendo con los objetivos en el siguiente cuadro se presenta la acumulación de nutrientes y la ecuación de la curva de absorción para las dos variedades cuando presentaron diferentes necesidades nutricionales (P, Ca, S, Mg, Cu y Mn) y una sola para los que no presentaron diferencias significativas entre variedades en el análisis de varianza (N, K, Zn, Fe y B).

CUADRO 49. Ecuación y acumulación de nutrientes en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

Nutr.	Variedades	Acumulación de nutrientes mg/planta				Ecuación de absorción de nutrientes	Día de máx. absor.	Cant. de máx. absor. (mg/pl)
		84 días	140 días	168 días	210 días			
MS	Nelson y Dakota	65538.00	79925.00	86363.00	102700.00			
N	Nelson y Dakota	1527.14	1990.18	2075.75	3810.93	$y = 0.001x^3 - 0.419x^2 + 44.23x - 6.497$	208	3700.00
P	Nelson	228.84	231.68	251.09	243.80	$y = 7E-05x^3 - 0.032x^2 + 4.902x + 0.432$	152	252.03
	Dakota	215.80	234.72	238.09	243.23	$y = 6E-05x^3 - 0.029x^2 + 4.602x + 0.079$	180	238.80
K	Nelson y Dakota	2003.24	2384.65	2981.72	2886.78	$y = 0.000x^3 - 0.105x^2 + 31.02x + 7.884$	147	2298.90
Ca	Nelson	874.09	1125.76	1241.96	1562.78	$y = 0.000x^3 - 0.107x^2 + 17.44x - 0.273$	140	1125.76
	Dakota	810.67	1145.81	1171.60	1573.01	$y = 0.000x^3 - 0.097x^2 + 16.24x - 2.258$	84	820.00
Mg	Nelson	313.14	368.68	408.26	423.18	$y = 6E-05x^3 - 0.030x^2 + 5.840x + 0.416$	194	442.38
	Dakota	291.97	359.94	382.37	446.64	$y = 8E-05x^3 - 0.035x^2 + 5.843x - 0.074$	283	663.59
S	Nelson	63.57	70.72	72.61	69.63	$y = 1E-05x^3 - 0.007x^2 + 1.266x + 0.044$	123	68.47
	Dakota	74.39	80.99	84.68	90.74	$y = 2E-05x^3 - 0.010x^2 + 1.605x + 0.045$	198	81.04
Zn	N y Dk no fert	1.82	2.11	2.28	2.38	$y = 4E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.035x + 0.001$	171	7.98
Fe	Nelson y Dakota	30.34	32.58	26.70	24.59	$y = 9E-06x^3 - 0.004x^2 + 0.693x - 0.062$	Indet.	---
Cu	Nelson	5.14	1.97	1.13	0.98	$y = 5E-06x^3 - 0.001x^2 + 0.186x + 0.008$	67	9.48
	Dakota	5.30	1.71	0.99	0.83	$y = 6E-06x^3 - 0.002x^2 + 0.197x + 0.012$	74	6.06
B	Nelson y Dakota	11.34	15.70	17.58	19.86	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.180x + 0.002$	245	58.81
Mn	Nelson	2.99	3.11	3.53	3.34	$y = 7E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.059x + 0.007$	168	12.95
	Dakota	2.89	2.46	2.67	2.38	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.069x + 0.008$	152	14.00

Por todo lo señalado anteriormente se recomienda tomar muy en cuenta las diferencias en los requerimientos nutricionales de cada variedad y en cada época de desarrollo, tanto al momento de la siembra como al establecer los planes de fertilización, se presenta un plan de fertilización a partir de los datos obtenidos, además por obtener eficiencias bajas se recomienda incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo para mejorar la capacidad de retención de solución nutritiva en la zona radicular para incrementar la eficiencia en el uso de los fertilizantes por ser este un suelo extremadamente arenoso.

## ABSTRACT

The research work, "Determination of the curves of accumulation of nutrients in the varieties of carnation Nelson and Dakota", it was evaluated in the company of flowers "AGRORAB" that is in the town Patoa of Quevedo, Parish Pujilí, Canton Pujilí, County of Cotopaxi, located at  $00^{\circ} 57' 12''$  of South latitude and at  $78^{\circ} 42' 28''$  of West longitude to an altitude of 2890 m. a. s. l. The objectives were:

1. To determine the accumulation of nutritious in the varieties of carnation, Nelson and Dakota.
2. To establish the differences in the nutritional necessities in two varieties of carnation.
3. Develop a plan of fertilization for the handling of the nutrition of the two varieties of carnation.

The factors in study were: A. Plans of Fertilization (Witness without fertilization, Plan of fertilization proposed); B. Varieties of carnation (Nelson, Dakota). A split-plot design was used with four repetitions, for each stage of development (84, 140, 168 and 210 days), in the big plot was located the plans of fertilization and in the sub plot the varieties.

For each variable were calculated: the analysis of variance to establish the difference between treatments and the coefficients of variation to determine the truthfulness of the information and significance test Tukey or DMS to 5% for the variables that presented significant differences. Also underwent curves accumulation of dry matter (DM) and nutrient (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Cu, B, Mn) from which it was established absorption equation nutrients, the coefficient of determination, the equation of the speed of absorption, the day of maximum absorption, the amount of maximum absorption and the efficiency of fertilizers.

The evaluated variables were: Accumulation of dry Matter (DM), accumulation of nutritious, age and quantity of maximum absorption of nutrients, efficiency in the use of the fertilizers, plant height, harvested stems, select percentage of shafts category and economic analysis. In the accumulation of DM it was only detected significant differences for fertilization in the four development stages, the general average was of 59.85, 71.84, 78.49 and 90.61 g/plant respectively for each development stage.

The analysis of variance of the nutrients presented significant differences for fertilization during the four stages of development in N, P, K, Mg and S; in Ca in the last three stages; in Fe in the two last stages; in the Cu in the first and second; in the B in the first and fourth; and in the Mn in the first, second and quarter stages of development.

For varieties showed significant differences for the third stage in P, for the second in Ca, for the first and third in Mg; for second in S, for the first, second and fourth in Cu and Mn in the last three stages of development.



In the interaction Fertilization for varieties was detected significant differences in the second stage in Ca; in the fourth in S; in the first and second in Fe; and in the second development stage in B.

The efficiency, the quantity and age of maximum absorption of the nutrients for the plant for each variety (square 48).

**SQUARE 48.** Efficiency, quantity and age of maximum absorption of the nutrients in the determination of curves of accumulation of nutrients in varieties of carnation (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011.

Nutr.	Variety	Day of máx. absor.	Quantity. of máx. absor. (mg/pl)	Efficiency (%)
N	Nelson y Dakota	208	3700.00	41.54
P	Nelson	152	252.03	20.08
	Dakota	180	238.80	23.02
K	Nelson y Dakota	147	2298.90	23.21
Ca	Nelson	140	1125.76	25.23
	Dakota	84	820.00	35.63
Mg	Nelson	194	442.38	14.73
	Dakota	283	663.59	24.64
S	Nelson	123	68.47	0.06
	Dakota	198	81.04	4.93
Zn	N y Dk no fert	171	7.98	-2.03
Fe	Nelson y Dakota	Indet.	---	85.43
Cu	Nelson	67	9.48	1.39
	Dakota	74	6.06	2.78
B	Nelson y Dakota	245	58.81	---
Mn	Nelson	168	12.95	3.9
	Dakota	152	14.00	2.67

The plant height in its analysis of variance presented significant differences for fertilization during the first, second and fourth development stages, and varieties only in the second stage, the general averages they were 23.59, 34.00, 75.77, 79.44 centimeters respectively for each stage.

The analysis of variance of the total of harvested stems and select percentage of stems category only presented statistical significance for fertilization, the general averages were: 4.21 stems/plant and 82.27% respectively.

In the economic analysis it was detected a net profit -4865.57 USD / ha in not fertilized and 26383.50 USD / ha to fertilizer with the proposed plan, obtaining a relationship benefits incremental /cost of 6.58 and a profitability of 0.558%.

Meeting the objectives in the following table shows (square 49) the accumulation of nutrients and the equation of the absorption of the curves for the two varieties showed different nutritional needs

(P, Ca, S, Mg, Cu and Mn) and one for which no showed significant differences between varieties in the analysis of variance (N, K, Zn, Fe and B).

SQUARE 49. Equation and accumulation of nutrients in the determining of curves of accumulation of nutrients in carnation (*Dianthus caryophyllus*), Cotopaxi Pujilí-2011

Nutr.	varieties	Accumulation of nutrients mg/plants				Equation max day of absorption of nutrients	Day of máx. abs.	Cant. of máx. abs. (mg/pl)
		84 días	140 días	168 días	210 días			
MS	Nelson y Dakota	65538.00	79925.00	86363.00	102700.00			
N	Nelson y Dakota	1527.14	1990.18	2075.75	3810.93	$y = 0.001x^3 - 0.419x^2 + 44.23x - 6.497$	208	3700.00
P	Nelson	228.84	231.68	251.09	243.80	$y = 7E-05x^3 - 0.032x^2 + 4.902x + 0.432$	152	252.03
	Dakota	215.80	234.72	238.09	243.23	$y = 6E-05x^3 - 0.029x^2 + 4.602x + 0.079$	180	238.80
K	Nelson y Dakota	2003.24	2384.65	2981.72	2886.78	$y = 0.000x^3 - 0.105x^2 + 31.02x + 7.884$	147	2298.90
Ca	Nelson	874.09	1125.76	1241.96	1562.78	$y = 0.000x^3 - 0.107x^2 + 17.44x - 0.273$	140	1125.76
	Dakota	810.67	1145.81	1171.60	1573.01	$y = 0.000x^3 - 0.097x^2 + 16.24x - 2.258$	84	820.00
Mg	Nelson	313.14	368.68	408.26	423.18	$y = 6E-05x^3 - 0.030x^2 + 5.840x + 0.416$	194	442.38
	Dakota	291.97	359.94	382.37	446.64	$y = 8E-05x^3 - 0.035x^2 + 5.843x - 0.074$	283	663.59
S	Nelson	63.57	70.72	72.61	69.63	$y = 1E-05x^3 - 0.007x^2 + 1.266x + 0.044$	123	68.47
	Dakota	74.39	80.99	84.68	90.74	$y = 2E-05x^3 - 0.010x^2 + 1.605x + 0.045$	198	81.04
Zn	N y Dk no fert	1.82	2.11	2.28	2.38	$y = 4E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.035x + 0.001$	171	7.98
Fe	Nelson y Dakota	30.34	32.58	26.70	24.59	$y = 9E-06x^3 - 0.004x^2 + 0.693x - 0.062$	Indet.	---
Cu	Nelson	5.14	1.97	1.13	0.98	$y = 5E-06x^3 - 0.001x^2 + 0.186x + 0.008$	67	9.48
	Dakota	5.30	1.71	0.99	0.83	$y = 6E-06x^3 - 0.002x^2 + 0.197x + 0.012$	74	6.06
B	Nelson y Dakota	11.34	15.70	17.58	19.86	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.180x + 0.002$	245	58.81
Mn	Nelson	2.99	3.11	3.53	3.34	$y = 7E-07x^3 - 0.000x^2 + 0.059x + 0.007$	168	12.95
	Dakota	2.89	2.46	2.67	2.38	$y = 1E-06x^3 - 0.000x^2 + 0.069x + 0.008$	152	14.00

For all the above is recommended to take very account the differences in the nutritional requirements of each variety in each period of development, to the moment of the planting like when establishing the fertilization plans, in chapter VI of recommendations it is presented fertilization proposed plan from the data obtained, also by obtain low efficiencies, it is recommends to increase the content of organic matter in the soil to improve the retention capacity of nutrient solution in the root zone to increase the efficiency of fertilizer as this is a very sandy soil.

## 8. PROPUESTA TÉCNICA

La propuesta es aplicar los diferentes nutrientes tomando muy en cuenta cada uno de los requerimientos nutricionales expresados en las diferentes curvas de absorción de nutrientes obtenidos en la presente investigación, haciendo énfasis en los días de máxima absorción de cada elemento pudiéndolos complementar con aplicaciones foliares ya que en la práctica no se puede cambiar continuamente las fórmulas de fertirriego de cada elemento pues como se apreció no todas las variedades presentan los mismos requerimientos, sin embargo si se pueden establecer dos planes de fertilización en base a las etapas de desarrollo de las plantas, es así que para esta finca los planes de fertilización propuestos son los que se muestran a continuación, el primero comprendido desde la siembra hasta los 105 días (trasplante, macollamiento e inicio del botoneo) y la segunda desde los 106 hasta los 210 días (Botoneo, desarrollo de la flor y cosecha)

CUADRO 50 Propuesta para fertirriego Kg/ha, en la determinación de curvas de acumulación de nutrientes en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), Pujilí-Cotopaxi 2011

Elemen.	Recomendación kg/ha/ciclo	Propuesta para fertirriego kg/ha	
		1ra 105 días	2da. 210 días
N	650.00	300.00	350.00
P	40.00	30.00	10.00
K	450.00	250.00	200.00
Ca	393.63	190.00	203.63
Mg	40.00	15.00	25.00
S	100.00	50.00	50.00
Zn	0.00	0.00	0.00
Fe	2.89	1.44	1.45
Cu	0.30	0.20	0.10
B	0.00	0.00	0.00
Mn	1.58	0.79	0.79

## **9. BIBLIOGRAFIA**

1. AGRICULTURA DE las Américas. 2003. Taxonomía y Generalidades del Clavel. La revista del sector Agropecuario. N° 323:18
2. AREVALO, P. 2008. Rusia un importante mercado para la flor ecuatoriana. Revista especializada Ecuador y sus flores. (semestral)
3. BERTSCH, F. 2005. Estudio de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. Informaciones Agronómicas, N° 57:1-16
4. BIDWELL, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. México DF., MX. AGT. p. 293-308
5. CADAHIA, C. 2000. Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales. 2ed. Madrid, ES. Mundi-Prensa.p. 290-339
6. CALVACHE, M. 2007. Nutrición avanzada en flores. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto de Posgrado. p. 10-13
7. DEVLIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Barcelona, ES. Ediciones Omega. p. 353 – 437
8. ENGLISH, W.; KINGHAM, H. 1974. Producción comercial de claveles: Manuales de técnica agropecuaria. Trad. Por Ángel Sánchez Gómez. Barcelona, ES. Acribia. p.241
9. FASBENDER, H. 1982. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. San José, CR. IICA. p. 221-368
10. FERNÁNDEZ , M. ; FLÓREZ, R.; CHAVES, C. 1997. Niveles foliares de nutrientes en clavel variedad ‘Nelson’ y su relación con la producción. In Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Bogotá, CO.Unibiblos. p.236-247
11. GALARRAGA, S. 2004, Estudio de las principales plagas que afectan al cultivo de clavel, Tesina Especialidad en floricultura. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto de Posgrado. p. 46
12. GAYTAN, I.; ESCALANTE, E. 1994. Producción de clavel bajo invernadero en la región del sur del estado de México. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(1): 86-90
13. GUTIERREZ, J. 1991. Como cultivar claveles para exportación: Manual práctico del cultivador. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. p.205
14. HOLLEY, W. and BAKER, R. 1991. Growth and development. In: Carnation production II. Colorado State University, US.Kendall Publishing company p. 77-83
15. LA FLORICULTURA en el Ecuador. 2003. EL AGRO. N° 84:4
16. Lalama, M. 2008. Metodología de la investigación científica. Quito, EC.Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto Superior de Posgrado. 25 p.
17. LÓPEZ, G. 2000. El manejo de suelos en la gestión ambiental. Revista Acopafior. 7(3):26-27

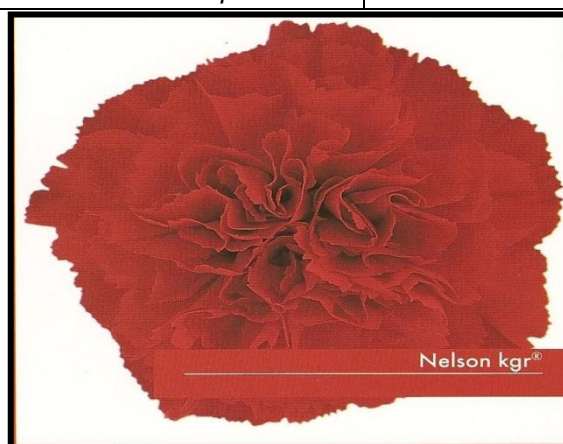
18. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, EC.) 2008 Principales Plagas Cuarentenarias Para Rusia, Estados Unidos, Canadá, Unión Europea y otros mercados de Exportación de Ornamentales. Quito, p.53
19. MAGRA, G.; AUSILIO, A. 2003. Yeso agrícola: algunas características de diferentes productos existentes en el mercado. Revista Agro-mensajes.(11 Publicación cuatrimestral)
20. MARTINEZ, M. 2004, Principales enfermedades del Clavel.. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 4-6
21. OCHOA, R.; ROMERO, M. 1998. El Cultivo del Clavel. Quito,EC Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícola. Instituto de Posgrado, Programa de especialización en Floricultura. Módulo 6 p. 33
22. ORTEGA R., D. 1997. Fertirrigación en cultivos de flores. Bogotá, CO. Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. p.136-147
23. P. KOOIJ and ZONEN B.V. Catálogo de variedades de clavel 2007-2008. Ámsterdam, NL. Edición Latino Americana. p. 27-29
24. PADILLA, W. 2005. Suelos. 4 ed. Quito, EC. Grupo Clínica agrícola. p. 73-148 CD.
25. PARKER, D. 1999. Advances in solution culture methods for plant mineral nutrient research. Adv. Agron. 65:151-313
26. PÉREZ, G.; MARTINEZ. J. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Madrid, ES. Mundi-Prensa. p. 64-71
27. PÉREZ, S. 2011. Análisis de crecimiento y comportamiento de los nutrientes en clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad Delphi en un sistema de cultivo en sustrato en la sabana de Bogotá. Tesis Magister. Bogotá, CO. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Agronomía, Escuela de Postgrado. p.112
28. PIZANO, M. 2000. Clavel. Bogotá, CO. Hortitecnia .p. 181
29. PRADO, L.; GIL, A. 1997. Fertirrigación en cultivos de flores. Bogotá, CO. Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. p.7-22
30. REED, D. 1999, Agua, sustratos y Nutrición, Ball Publishing Batavia. Bogotá, CO. Hortitecnia. p. 96-139
31. REINOSO, I. 1996. Poligrafiado Principios de Economía Agrícola. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.10
32. ROMAN, S. 1997. Fertirrigación en cultivos de flores. Bogotá, CO. Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. p.155
33. RONQUILLO, C. 1998. El Cultivo del Clavel. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícola, Instituto de Posgrado, Programa de especialización en Floricultura. Módulo 6 p. 25
34. ROSS, C. ; SALISBURY, F. 2000. Fisiología de la planta: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Madrid, ES. Iberoamericana S. A. p .571-580

35. SANCHO, H. 2011. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización. Informaciones agronómicas. N° 36: 4
36. SILVA, F. 1997. Fertirrigación. Bogotá, CO. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.p.164
37. STRANSBURGER, E. 1935. Tratado de botánica. Trad. Por Arturo Caballero. 2 ed. Barcelona, ES. Manuel Marín. p. 47
38. TAIZ, L. ; ZEIGER, E. 2006. Fisiología Vegetal. Los Ángeles, US. Universitat Jaume. p. 664-669; 856-870
39. VADEMECUM FLORICOLA. 2009. 6 ed. Quito, EC. Edifarm. 768 p.
40. VARGAS, M.;CALVACHE, M.2001 Efectos de tres fuentes de materia orgánica y tres dosis de aplicación en dos variedades de clavel. Pujilí – Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1-4

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1. Descripción de las variedades.

VARIEDAD	NELSON
OBTENTOR	KOOIJ Kgr
COLOR	ROJO
VELOCIDAD DE CRECIMIENTO	MEDIA
PRODUCTIVIDAD	MUY ALTA
RESISTENCIA A <i>Fusarium oxisporium</i>	BUENA



VARIEDAD	DAKOTA
OBTENTOR	KOOIJ kgr
COLOR	BLANCO/BURGUNDY
VELOCIDAD DE CRECIMIENTO	RAPIDA
PRODUCTIVIDAD	ALTA
RESISTENCIA A <i>Fusarium oxisporium</i>	BUENA



## ANEXO 2.

### PLAN DE FERTILIZACIÓN PROPUESTO PARA EL CULTIVO DE CLAVEL VARIEDADES NELSON Y DAKOTA.

#### Formula 1 (1 a 105 días después del trasplante)

ppm (mg kg <sup>-1</sup> )						ppm (mg kg <sup>-1</sup> )					
K	Ca	Mg	N	S	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
120	80	30	200	35	40	2.5	1	0.3	0	1	0.05

#### Formula 2 (106 a 210 días después del trasplante)

ppm (mg kg <sup>-1</sup> )						ppm (mg kg <sup>-1</sup> )					
K	Ca	Mg	N	S	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
160	80	30	180	35	40	2.5	1	0.3	0	1	0.05

## ANEXO 3.


### DEFINICIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS MÁS IMPORTANTES DEL CICLO DE CULTIVO DE LAS VARIEDADES NELSON Y DAKOTA.

Nº ETAPA	DDT	DENOMINACION DE LAS ETAPAS FENOLOGICAS
	0	Transplante
1 <sup>a</sup>	84	Macollamiento de la planta (MP)
2 <sup>a</sup>	140	Inicio del botoneo (IB)
3 <sup>a</sup>	168	Desarrollo del florete (DF)
4 <sup>a</sup>	210	Momento de la cosecha (MC)

**DDT** = Días después del transplante



## ANEXO 4. Análisis de suelo y agua



### AGROBIOLAB

#### Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.


LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR EL OAE CON ACREDITACION N° OAE LE 07 - C07  
 Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador  
 Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

## SUELOS

Datos del Cliente				Referencia		Interpretación			
Cliente : AGROBIA CIA. LTDA.				No. Doc.: <b>39748</b>		<b>Textura</b> Boul, S.W. 1973	<b>Elementos</b> INIAP, Inf.Téc. 1979	<b>pH</b> Knott, J.E. 1962	
Prop / Dir : AGROBIA II				Emisión: 28/08/09		Fco = Franco	B = Bajo	Ac = Acido	
Cultivo : CLAVEL				Impreso: 28/08/09		Arc = Arcilloso	M = Medio	LAc = Lig. Acido	
Ingreso : 21/08/09				Página: 1 de 2		As = Arenoso	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro	
No. Lab. : Desde :124154						Li = Limoso	A = Alto	LAl = Lig. Alcalino	
						Are = Arena	E = Exceso	Al = Alcalino	
						Fca = Franca			

Nombre : BLOQ 3A  
 No. Lab. : 124154 Profund (cm): 0-20

*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	*NO3 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
8.70AL	0.87M	2.04M	24.10E	23.20B	42.50M ± 6.80	0.23M ± 0.04	8.41S ± 1.51	2.46S ± 0.41	0.45B	11.55M
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	
3.90S ± 0.78	13.50B <L.C.	1.80B <L.C.	23.20E ± 0.81	4.30E	31.10M	7.50E	3.41B	10.69E	47.26E	



GRUPO CLINICA AGRICOLA

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES

Simbolo decimal = (.)  
 Los valores con incertidumbre (+-) están calculados con un nivel de confianza del 95% (k=2)  
 <L.C. = Valor menor al Limite de Cuantificación  
 Métodos: pH 1:2,5 H2O; C.E., Na: Pasta saturada; M.O.: Walkley and Black; Al+H: Olsen Modificado B; Fosfato Monocálcico; NH4,NO3, SO4:Colorimetr  
 Metodos Acreditados: Ca: PEE/ABL/01; Mg: PEE/ABL/02; P: PEE/ABL/03, K: PEE/ABL/04; Zn, Cu, Fe, Mn: PEE/ABL/05 Acreditacion: OAE LE 07-C07  
 Nota: Los ensayos marcados con (\*), no estan dentro del alcance de acreditacion.  
 \*\*Fecha Inicial de Ensayo; La Fecha Final de Ensayo es cuatro dias laborables a partir de la Fecha Inicial de Ensayo.  
 Resultados corresponden a muestras analizadas, si se ya a fotocopiar hacer del documento total.

Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D  
 Director del Laboratorio

**¡SU EXITO ES NUESTRO!**

# AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

## Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)  
 Teifs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador  
 Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

**AGUAS**

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación	
Cliente : AGROBIA CIA. LTDA. Propiedad: AGROBIA II Cultivo : AGUA Ingreso : 21/08/09 No. Lab : Desde: 6690	No. Doc: <b>39768</b> Emisión: 28/08/09 Impreso: 28/08/09 Página: 1 de 1	<b>Elementos</b> B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	<b>pH</b> Ac = Acido LAc= Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino AI = Alcalino

Nombre: AGUA RESERVORIO

No. Lab.: 6690

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	P ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	Cl meq/l	K meq/l	Ca meq/l
7.50 Pn	0.35B	1.06B	0.20B	0.01B	0.01B	0.01B	0.03B	2.88A	0.55B	0.213B	4.62M
Mg meq/l	Na meq/l	CO3 meq/l	HCO3 meq/l	C. E. mmho	SO4 ppm						
3.39E	2.80E	0.08B	9.36E	0.88A	40.47E						
										RAS	
										1.39B	

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU ÉXITO ES NUESTRO!

Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D  
 Director del Laboratorio

**ANEXO 5. Resumen del contenido de los elementos expresados en porcentaje y ppm.**

Nutr.	Variedades	84 DÍAS			140 DÍAS			168 DÍAS			210 DÍAS		
		MS g pl <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>	%	MS g pl <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>	%	MS g pl <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>	%	MS g pl <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>	%
N	Nelson y Dakota	65.53	1527.14	2.33	79.92	1990.18	2.49	86.36	2075.75	2.40	102.70	3810.93	3.71
P	Nelson	63.16	228.84	0.36	77.22	231.68	0.30	89.17	251.09	0.28	103.00	243.80	0.24
	Dakota	67.90	215.80	0.32	82.62	234.72	0.28	83.55	238.09	0.28	102.40	243.23	0.24
K	Nelson y Dakota	65.53	2003.24	3.06	79.92	2384.65	2.98	86.36	2981.72	3.45	102.70	2886.78	2.81
Ca	Nelson	63.16	874.09	1.38	77.22	1125.76	1.46	89.17	1241.96	1.39	103.00	1562.78	1.52
	Dakota	67.90	810.67	1.19	82.62	1145.81	1.39	83.55	1171.60	1.40	102.40	1573.01	1.54
Mg	Nelson	63.16	313.14	0.50	77.22	368.68	0.48	89.17	408.26	0.46	103.00	423.18	0.41
	Dakota	67.90	291.97	0.43	82.62	359.94	0.44	83.55	382.37	0.46	102.40	446.64	0.44
S	Nelson	63.16	63.57	0.10	77.22	70.72	0.09	89.17	72.61	0.08	103.00	69.63	0.07
	Dakota	67.90	74.39	0.11	82.62	80.99	0.10	83.55	84.68	0.10	102.40	90.74	0.09
				ppm			ppm			ppm			ppm
Zn	Nel y Dak no fert	65.53	1.82	27.77	79.92	2.11	26.40	86.36	2.28	26.40	102.70	2.38	23.17
Fe	Nelson y Dakota	65.53	30.34	462.99	79.92	32.58	407.66	86.36	26.70	309.17	102.70	24.59	239.44
Cu	Nelson	63.16	5.14	81.38	77.22	1.97	25.51	89.17	1.13	12.67	103.00	0.98	9.51
	Dakota	67.90	5.30	78.06	82.62	1.71	20.70	83.55	0.99	11.85	102.40	0.83	8.11
B	Nelson y Dakota	65.53	11.34	173.05	79.92	15.70	196.45	86.36	17.58	203.57	102.70	19.86	193.38
Mn	Nelson	63.16	2.99	47.34	77.22	3.11	40.27	89.17	3.53	39.59	103.00	3.34	32.43
	Dakota	67.90	2.89	42.56	82.62	2.46	29.77	83.55	2.67	31.96	102.40	2.38	23.24

**ANEXO 6. Intervalos para interpretar análisis foliares en plantas ornamentales (Clavel).**

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	<b>%</b>					<b>ppm</b>				
Deficiente	<3.0	<0.15	<2.00	<0.6	<0.2	<100	<50	<7	<15	<30
Normal	3.2–5.2	0.2–0.35	2.0–6.3	1.0–2.0	0.2–0.5	100–300	50–150	8–30	25–75	40–80
Optimo	4.2	0.25	4.0	1.5	0.38	200	100	20	50	60
Exceso	>5.2	>0.36	>6.3	>2.1	>0.56	>800	>200	>36	>80	>100

Ortega (1997).



## ANEXO 7. Fotografías



**Fotografía 1.** Disposición del ensayo en campo **Fotografía 2.** Visita de tesis



**Fotografía 3.** Variedad Nelson sin fertilización **Fotografía 4.** Var. Nelson con fertilización